Dec. 1913 td Wittmack

Anleitung

zur

Erkennung organischer und unorganischer Beimengungen

im

Roggen- und Weizenmehl

von

Dr. L. Wittmack,
Professor an der Universität und an der landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin.

Preisschrift des Verbandes deutscher Müller.

Mit 60 Abbildungen auf 2 Tafeln.

Leipzig,
Verlag von Moritz Schäfer.

Anleitung

zur

Untersuchung von Weizen- und Roggenmehl.

Anleitung

zur

Erkennung organischer und unorganischer Beimengungen

im

Roggen- und Weizenmehl

von

Dr. L. Wittmack,
Professor an der Universität und an der landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin.

Preisschrift des Verbandes deutscher Müller.

Mit 60 Abbildungen auf 2 Tafeln.

Leipzig,
Verlag von Moritz Schäfer.

Einleitung.

Im Jahre 1882 schrieb der Verband deutscher Müller folgende Preisaufgabe aus:

„Von dem Wunsche geleitet, die Zuverlässigkeit des deutschen Mühlen-Gewerbes immer mehr und mehr zu begründen und dem Publikum sowol, als dem Gewerbe selbst, den möglichst größten Schutz gegen Beimischungen irgend welcher Art, sei es mit organischen oder anorganischen Substanzen, zu bieten, setzt der Verband deutscher Müller einen Preis von

Ein Tausend Mark

aus, für die Auffindung eines Verfahrens, durch welches Weizen- und Roggenmehl auf etwaige Beimischungen von jedermann leicht und zuverlässig untersucht werden kann.

Die betreffenden Arbeiten sind versiegelt und mit Motto versehen bis zum 15. Mai 1883 an den Unterzeichneten einzusenden. Die Bewerbung ist international. Die eingesandten Preisschriften müssen in deutscher, französischer oder englischer Sprache abgefasst sein.

Die Beurteilung der Preisschriften findet durch den Vorstand und den bleibenden Ausschuss des Verbandes statt."

Berlin, 15. November 1882.

Der Vorstand des Verbandes deutscher Müller
J. A. der Vorsitzende:
Jos. J. van den Wyngaert.

Was der Verband damit bezweckte, liegt ganz deutlich in dem in der Einleitung ausgesprochenen Wunsch ausgedrückt: er will die Zuverlässigkeit des deutschen Mühlen-Gewerbes immer mehr und mehr begründen und um dieses zu erreichen, suchte er die Möglichkeit, einem Jeden die Mittel an die Hand geben zu können,

jede Beimischung in Weizen- und Roggenmehl leicht und zuverlässig zu erkennen.

Diese Bedingungung der Preisaufgabe ist mannigfach als unausführbar kritisirt worden und als solche wurde sie auch bereits in der Sitzung, in welcher der Antrag zu der Preis-Aufgabe gestellt war, bekämpft; nichtsdestoweniger wurde die Aufgabe in der oben mitgeteilten Form beschlossen, erstens, weil bei dem heutigen Stand der Wissenschaft eine Möglichkeit selten als ausgeschlossen zu betrachten ist, zweitens, weil die Grenze bis wohin die Lösung gefunden werden sollte, nicht zu eng gestellt werden durfte, wenn die Aufgabe ihren Zweck erreichen sollte und drittens auch aus dem Grunde, dass wenn die Lösung der Aufgabe sich als eine unmögliche hinstellen sollte, dieses negative Resultat auch seinen Wert haben würde, da wie die Erfahrung, besonders in den letzten Jahren, gelehrt hat, die Gerichte zu leicht auf Grund von Urteilen von Apothekern oder Chemikern, die die Schwierigkeiten der Aufgabe nicht kannten, zu Urteilssprüchen veranlasst worden sind, die den Thatsachen nicht entsprachen.

Letzteres hat sich besonders bewahrheitet, denn unter den 25 bis zum 1. Mai d. J. eingelaufenen Preisschriften waren verschiedene von Apothekern und Chemikern, die deutlich bekundeten, dass sie mit den verschiedenen Eigenschaften der Mehle, je nachdem diese aus den verschiedenartigen Weizen- oder Roggensorten gezogen, mittelst diesem oder jenem Mahlverfahren erzeugt, oder nach verschiedenen Prozenten der Ausbeute hergestellt, nicht im geringsten vertraut waren; es wäre sonst unmöglich gewesen, z. B. Verfahren vorzuschlagen, denen das spezifische Gewicht des Mehles zu Grunde lag und a. m.

Wie schon gesagt, sind 25 Preisschriften eingelaufen, keine von diesen hat die gestellte Aufgabe vollständig gelöst, einzelne von ihnen enthielten zwar wertvolles Material, blieben aber doch von der Lösung weit entfernt, indem die angegebenen Verfahren nicht allein nicht leicht ausführbar, sondern auch nicht in jeder Beziehung zuverlässig waren.

Eine Arbeit, welche zwar die Aufgabe nicht vollständig löst, führt uns aber einen bedeutenden Schritt weiter, indem sie uns Methoden an die Hand gibt, die das Erkennen von Beimischungen erleichtern und durch Zuverlässigkeit sich auszeichnen.

Die Schwierigkeiten, Beimischungen zu erkennen, liegen nicht auf dem Gebiete der anorganischen Stoffe, denn wie unsere Leser ersehen werden, gibt es dazu, abgesehen von der Bestimmung der

Natur derselben, die festzustellen immer die Aufgabe des Chemikers bleiben wird, leichte und von jedermann auszuführende Verfahren; die Schwierigkeiten liegen auf dem Gebiete der organischen, besonders der Vermischungen von Roggen- mit Weizenmehl und umgekehrt.

Hierzu gibt uns nun folgende Preisschrift, die sich auch sonst durch ihren gediegenen, durchaus sachverständigen Inhalt auszeichnet, vorzügliche Anhaltepunkte und hat infolgedessen das Preisrichter-Kollegium einstimmig beschlossen, dem Verfasser derselben die Hälfte des ausgesetzten Preises für seine Arbeit anzubieten, unter der Bedingung, dass dem Verband deutscher Müller das Recht der Veröffentlichung verbleibe.

Der Verfasser, Dr. L. Wittmack, Professor an der Universität und an der landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin hat sich damit bereitwilligst einverstanden erklärt und so übergeben wir denn die Preisschrift dem sich dafür interessirenden Publikum und lenken auch besonders die Aufmerksamkeit derjenigen Behörden darauf, die in Angelegenheiten von Mehlbeimischungen ihr Urteil abzugeben haben.

Der Vorstand des Verbandes deutscher Müller
I. A. der Vorsitzende:
Jos. J. van den Wyngaert.

Motto: „Das Mikroskop ist
der beste Leitstern.“

Seit vielen Jahren hat man sich bemüht, geeignete Methoden zur Erkennung der Beimischungen im Mehl aufzufinden, und wenn man die Werke über Verfälschung der Nahrungsmittel nachschlägt, so findet man eine solche Anzahl derartiger Methoden angegeben, dass man sich fragen möchte, ob die Stellung der Preisaufgabe überhaupt noch nötig gewesen wäre. Und doch war sie nötig; denn fast alle jene älteren Methoden, die leider sich von einem Buche ins andere verschleppt haben, sind unzuverlässig und haben nur noch, oder wenigstens meistens nur noch, einen historischen Wert. Man findet derartige Methoden ausführlich widergegeben, u. a. in Chevallier et Baudrimont, Dictionnaire des altérations et falsifications des substances alimentaires etc. Paris 1878. 5. Auflage, ferner in H. Klencke, Illustrirtes Lexikon der Verfälschungen der Nahrungsmittel und Getränke, Leipzig 1879 und in mehreren älteren Schriften, wie z. B. C. A. Hill Hasall, Food and its adulterations 1855, C. A. Hill-Hassall, Adulterations detected, London 1857, etc.

Prof. Dr. König-Münster, erklärt mit Recht in seinem trefflichen Werke „Die Chemie der Nahrungs- 2c. Mittel, 2. Theil: Die menschlichen Nahrungs- und Genussmittel, S. 316, alle diese Methoden für so unzuverlässig, dass er sie ganz mit Stillschweigen übergeht. Sie waren entstanden zu einer Zeit, wo das Mikroskop noch nicht so allgemeines Hilfsmittel für Untersuchungen war, wie es das heutzutage ist, und beruhten meist auf chemischen Prinzipien, Farbenerscheinungen 2c. Ganz zu verwerfen sind einige dieser älteren Methoden übrigens nicht und es wird sich im Laufe

dieser Arbeit herausstellen, dass mikroskopische Untersuchungen, wie physikalische und chemische Prüfungen oft Hand in Hand gehen müssen, wenn man zu zuverlässigen Resultaten kommen will. Schon daraus geht hervor, dass die Prüfung nicht so einfach ist, wie Einzelne vielleicht annehmen möchten. Das Mehl ist ein sehr komplizirter Körper, der Verunreinigungen resp. der Beimischungen sind mancherlei und daher muss auch die Prüfung nach den verschiedensten Richtungen sich erstrecken.

Vor allen Dingen ist zur Prüfung von Mehl ein Mikroskop erforderlich, wenn es darauf ankommt, ganz sichere, auch vor Gericht zu vertretende Resultate zu erzielen. Glücklicherweise ist der Preis der Mikroskope heute auch kein so unerschwinglicher mehr, und man erhält für 135—150 Mark recht leistungsfähige Instrumente *), die für die Mehluntersuchung vollkommen ausreichen. — Auch in anderen Gewerben, in der Spiritusbrennerei, in der Brauerei, ist das Mikroskop jetzt fast allgemein eingeführt und dem Verfasser dieses sind manche Fälle bekannt, wo gewöhnliche Brennmeister sich ein Mikroskop angeschafft haben, um die verschiedenen Stadien der Gährung an den Hefezellen zu studiren.

In der Müllerei sollten alle größeren Etablissements, vor allen aber die Sachverständigen-Kommissionen an den Börsen ꝛc. im Besitze eines Mikroskopes sein, um sich ein Urteil über die Reinheit des Mehles, der Kleie ꝛc. zu bilden. Man erlangt in wenigen Wochen eine solche Uebung im Gebrauch des Mikroskopes, dass die vielleicht anfängliche Furcht, man sehe doch nichts Genaues, bald überwunden ist. — Verfasser dieses urteilt hier wieder nach seiner praktischen Erfahrung in einer Brennereischule, wo er Unterricht im Mikroskopiren zu erteilen hatte. Der ganze Kursus dauerte nur 14 Tage, aber schon nach den ersten Stunden hatten Leute mit ganz elementarer Schulbildung, mit scheinbar nur für harte Arbeit geeigneten Händen es zu großer Fertigkeit im Mikroskopiren gebracht.

Ein Mikroskop ist absolut notwendig, wenn es sich bei der Prüfung von Weizen- oder Roggenmehl darum handelt, zu sehen, ob ein anderes Mehl beigemischt sei, oder ob Verunreinigungen, wie Pilzsporen, Mutterkorn, Rade, Wicke ꝛc. darin enthalten seien. Es ist nicht erforderlich, wenn man wissen will, ob und welche

*) Mit einer Vergrößerung bis 600. Meist genügt eine von 200 bis 300.

mineralische Substanz zugesetzt sei. Hier muss eine chemische Untersuchung eintreten, eine Untersuchung der Asche, und diese ist für den Chemiker nicht schwer, für den Laien aber, schon wegen des Mangels eines Laboratoriums, nicht gut ausführbar. Wie übrigens auch der Laie auf einem einfachen Wege sich überzeugen kann, ob eine mineralische Substanz zugesetzt sei, soll weiter unten gezeigt werden.

Ehe wir auf diese Details eingehen, mögen nachstehend noch diejenigen Werke genannt werden, welche auf der Höhe der Zeit stehen und als wirklich brauchbar bei der Prüfung von Mehlen benutzt werden können.

J. Wiesner, die Rohstoffe des Pflanzenreiches, Leipzig 1873. (Abschnitt „Stärke").

A. Vogl, Nahrungs- und Genussmittel aus dem Pflanzenreich. Wien 1872.

A. Vogl. Die gegenwärtig am häufigsten vorkommenden Verfälschungen und Verunreinigungen des Mehles, Wien 1880. (Preis 1 Mark 20 Pfg.)

K. Birnbaum, das Brotbacken. Braunschweig 1878.

F. Kick, die Mehlfabrikation. 2. Aufl. 1878, Leipzig.

Franz Ritter von Höhnel, die Stärke und die Mahlprodukte, Kassel und Berlin 1882. (Preis ca. 2 Mark).

Das letztere Buch ist das neueste und beste, was es auf diesem Gebiete gibt; es enthält in der Einleitung eine kurze Angabe über die Methode der mikroskopischen Untersuchung, sowie eine ausführliche Aufzählung der einschlägigen Literatur und verdient auch wegen der guten Abbildungen warme Empfehlung.

Trotzdem löst es aber nicht die Hauptfrage: die Unterscheidung von Weizenmehl im Roggenmehl, wenigstens nicht in befriedigender, schlagender Weise. Die Arbeit des Verfassers über diesen Gegenstand war Herrn von Höhnel noch nicht bekannt, er hat sie aber ganz neuerdings benutzt, resp. einen seiner Schüler, Herrn Berthold, darauf hingewiesen und hat letzterer die Angaben des Verfassers dieses im wesentlichen bestätigt, resp. noch erweitert,*) wie sie auch von Herrn Dr. Tschirch bestätigt sind.**)

---

*) Berthold, Erkennung von Weizenmehl im Roggenmehl, Zeitschrift für Waarenkunde 1883, Nr. 1. Beilage zur Zeitschrift f. landwirtschaftliches Gewerbe. Dobruska in Böhmen.

**) Tschirch im Archiv der Pharmazie. 220 Bd. (1882), 11. Heft. Mikrotechnische Reaktionsmethoden. S. 2 d. Sep.-Abdr.

Seltsamer Weise wird in keinem der angeführten Werke außer in Kick, „die Mehlfabrikation" 2. Aufl., 1878, S. 340, des Pekár'schen Verfahrens*) zur Vergleichung der Mehle gedacht, eines Verfahrens, das doch allgemein in der Praxis üblich geworden ist und mit Recht in vielen Fällen als ein vorzügliches Hilfsmittel angesehen werden muss. Es ist ohne Zweifel eine der besten

---

*) Da diese Schrift auch Kreisen zugehen dürfte, welchen die Pekár'sche Methode nicht bekannt, so will ich sie hier nach Kick mitteilen. Sie ist auch beschrieben in „der Mühle" 1876, Nr. 49.

Man gibt auf ein Holzbretchen, dessen schwarzer Lackfarbenanstrich matt abgeschliffen ist, ein längliches Häufchen Mehl und drückt dasselbe mit einem rechteckigen Stück von einer dicken Spiegelglastafel nieder, beschneidet mit den scharfen Kanten einer anderen kleineren Spiegelglasplatte, die messerartig zugeschärft ist, so, dass man ein Mehlrechteck auf dem Bretchen erhält, während man die abgetrennten Teile abstreift. — Hierauf stellt man sich in derselben Weise einen zweiten Mehlkörper her und schiebt denselben vorsichtig an den ersten und fährt so fort, bis man die zu vergleichenden Mehle alle auf dem Bretchen in ziemlich gleichhohen Partien liegen hat. Ist dies geschehen, so wird die größere Spiegelglastafel aufgelegt und so kräftig niedergedrückt, dass sich die Mehle ganz dicht aneinander schließen und keine Spalten sichtbar sind. Man bewegt hierbei die Glastafel etwas wiegend und zieht dieselbe während dieser Bewegung und während man drückt, in in der Richtung der Trennungslinien der Proben langsam ab. Bei einiger Uebung erlangt man eine sehr schöne, glatte Oberfläche. Die Kanten können nochmals beschnitten werden.

Hierauf taucht man das Bretchen, mit einer Längskante voraus, ziemlich steil gehalten, in Wasser, bis das ganze Mehl unter den Wasserspiegel gelangt ist, und hebt es vorsichtig aus. Häufig entstehen Luftblasen, welche bei steiler Lage des Brettchens an der oberen Mehlkante platzen, und zwar ohne dem Ganzen wesentlich Abbruch zu thun, wenn das Platzen unter dem Wasserspiegel erfolgt.

Nachdem das Bretchen aus dem Wasser gehoben ist, sind die Unterschiede in der Farbe der einzelnen Mehlsorten viel deutlicher sichtbar als vor der Benetzung.

Soll die Probe aufbewahrt werden, so beschneidet man abermals die Ränder und lässt trocknen, worauf man ein — wenn auch meist geworfenes oder verzogenes — Teigblatt abheben kann. Zum Zweck der Aufbewahrung kann man auch auf das Bretchen ein Blatt gutes Fließpapier legen und nachdem man wie früher verfahren hat, die Proben sammt dem Papier vom Bretchen abziehen. Nach dem Trocknen gewährt das Papier den Proben eine bessere Haltbarkeit, doch muss man, um das Verziehen zu verhindern die Trocknung durch übergestürzte Gefäße verlangsamen.

Ein Zusatz einer geringen Menge (etwa 5%) Schwefelsäure zu dem Wasser soll die Farbentöne noch auffälliger machen. (Dies ist allerdings richtig, doch ist der Unterschied nicht so bedeutend, als dass sich das empfiehlt).

Vorprüfungen, die man sich wünschen kann; aber über die Fragen, ob ein Roggenmehl mit Weizenmehl versetzt sei, ja selbst über die viel leichter zu beantwortende Frage, ob ein Mehl mit mineralischen Substanzen versetzt sei, gibt das Pekár'sche Verfahren keine Auskunft; es gibt eben nur die Qualitäts-Unterschiede, hauptsächlich nach der Farbe an.

I. Prüfung des Getreides.

Obwol im allgemeinen jeder Sachverständige durch Uebung die nötige Kenntnis erlangen wird, um zu beurteilen, ob ein Weizen, ein Roggen für seine speziellen Zwecke brauchbar sei, dürfte es doch vielleicht nicht unangemessen erscheinen, darauf hinzuweisen, dass mitunter — gottlob selten — ein Kunstgriff geübt wird, um unansehnlichen Körnern ein schönes, glattes Ansehen zu geben. Es ist dies das Oelen. Dasselbe geschieht nicht blos beim Getreide, sondern namentlich, und noch weit mehr bei Raps und Rübsen. In Frankreich scheint das Oelen des Getreides viel üblicher als bei uns. Nach Chevallier et Baudrimont, Dictionnaire des altérations etc., Paris 1878, I. S. 175, haben in Frankreich viele Landwirte die Gewohnheit, wenn das Getreide nicht blank aussieht, eine Schaufel mit Oel einzureiben und es damit umzuschaufeln. Es sollen 1—2 Löffel voll Oel genügen, um 20 Sack Getreide zu ölen. In der Normandie bedient man sich statt des Oeles der Sahne, in der Corrèze des Seifenwassers. (?)

Eine viel einfachere Handhabung des Pekár'schen Verfahrens sah ich in der Borsig-Mühle. Hier wurden zu Unterlagen Breter aus Ahornholz, in neuester Zeit auch aus Weißbuchenholz benutzt, beides Hölzer, die sich trotz des häufigen Naßwerdens nicht leicht werfen. Ein Beizen oder Firnissen resp. Kochen des Holzes in Firnis vor dem Gebrauch ist zweckmäßig. Die Bretchen sind 225 mm lang, 100 mm breit und 4 mm dick. Spiegelglasplatten werden gar nicht benutzt, denn sie haben den Uebelstand, wenn die Temperatur etwas niedrig ist, daß leicht Mehlteilchen an ihnen haften bleiben. Es wird statt dessen ein Stück ganz glattes Velinpapier auf das Mehl gelegt und mit einem harten ganz glatten Brettchen aus irgend einem harten Holz, das mit einem Handgriff versehen ist, etwa nach Art eines sog. Verreibers der Maurer, das Mehl gedrückt, so zu sagen, gebügelt. Im Uebrigen wird verfahren wie oben. — Die Hauptsache, scheint mir, ist daß man glattes Papier auf das Mehl legt. Der Apparat zum Drücken ist dann gleichgiltiger.

Um zu sehen, ob ein Getreide geölt ist, genügt es nach der angegebenen Quelle, einige Körner auf Löschpapier zu legen und zu beachten, ob ein Fettfleck entsteht. Oder man soll eine gewisse Quantität Körner mit Aether schütteln und den Aether verdampfen lassen, worauf dann das Oel zurückbleibt. — Uns scheint es, da Löschpapier meist zu keinem Ziele führt, am einfachsten, die auch bei geöltem Raps angewandte Methode zu befolgen, nämlich eine kleine Quantität Körner mit Bronzepulver (wie es die Maler und Vergolder benutzen) zu schütteln, der feine Bronzestaub setzt sich dann an die geölten Körner an, während nicht geölte fast frei davon bleiben, sich jedenfalls leicht wider abreiben lassen.

Himly thut in ein völlig reines, trockenes Gläschen den zu untersuchenden Weizen mit einer kleinen Menge des zum Bedrucken von Etiketten zc. angewendeten, feinst gemahlenen Bronzepulvers. Darauf schüttet er den Weizen auf trockenes Filtrirpapier aus und reibt denselben damit. Im Falle derselbe geölt ist, vergoldet er sich dabei schön. Im entgegengesetzten Falle reibt sich das Bronzepulver wider ab (Biedermanns Zentralblatt für Agrikultur-Chemie IX. 1880, S. 389). —

Daß eine ganze Anzahl von Unkrautsamen, sowie oft auch von Brutzwiebeln des wilden Lauches, sog. Knoblauch (Allium oleraceum und A. vineale etc.) im Getreide sich finden, ist bekannt. Mit Hilfe der jetzt so vervollkommneten Reinigungsmaschinen gelingt es aber, die meisten derselben zu entfernen. Die feinen Pilz-Samen (Pilzsporen botanisch genannt) z. B. die des Weizenbrandes, kann man aber nur teilweise entfernen; auch selbst von Kornraden (Agrostemma Githago) und Wicken, wie auch vom Mutterkorn gelangen einzelne Körner, namentlich die kleineren, trotz aller Vorsichtsmaßregeln doch noch mit ins Mehl.

II. Prüfung des Mehles.

A. Theoretischer Teil.

Ehe wir jetzt zur Angabe der Erkennung der einzelnen Beimischungen bei Roggen- und Weizenmehl übergehen, ist es vielleicht angebracht, in kurzen Zügen den Bau des Weizen- und Roggenkornes zu schildern. Beide sind im Wesentlichen gleich gebaut.

Bau des Weizen- und Roggenkornes.

Das Weizenkorn (und ebenso das Roggenkorn) ist kein Same, sondern eine ganze Frucht. Der einzige Same, der in dieser Frucht enthalten, ist aber an die Fruchtschale mit seiner eigenen Samenschale angewachsen, wie wenn z. B. der Kern der Haselnuss an die harte Schale angewachsen wäre. Das ganze Korn (Fig. 1) besteht bekanntlich aus 1) der Schale, 2) dem Keim od. Embryo, 3) dem Mehlkörper, welcher bei der Keimung dem Embryo zur Nahrung dienen soll.

Die Schale läſst sich nach ihrer Entstehung unterscheiden in 1) die Fruchtschale und 2) die Samenschale. Beide zusammen bilden die Kleie; doch haftet letzterer gewöhnlich noch etwas vom äußeren Theil des Mehlkörpers mit an.

1. Die Fruchtschale.

Die Fruchtschale besteht 1) aus durchsichtigen langgestreckten Zellen l, welche der Länge nach über das Korn verlaufen (Fig. 1, 2, 3, Fig. 4 und 5), in mehreren Schichten hintereinander liegen und Längszellen heißen. Die äußerste dieser Schichten hat beim Weizen kleinere Zellen als beim Roggen; sie sind jedoch verhältnismäßig und auch absolut viel stärker verdickt (Vergl. Fig. 5 mit 4). Bei beiden bleiben von der Verdickung viele kleine Stellen, die sog. Tüpfel, ausgeschlossen, so daſs die ganze Wand porös oder rosenkranzartig verdickt, getüpfelt, erscheint. Durch diese dünnen Stellen kann zur Zeit, wo das Korn sich noch vor der Reife befindet, der Zellsaft aus einer Zelle in die andere diffundiren, etwa wie durch eine Schweinsblase. Die Zellen dieser Längsschichten sind gewöhnlich durch den Druck, den der Mehlkörper von innen her auf sie ausübt, im reifen Korne so abgeplattet, daſs ihr Innenraum auf dem Querschnitt nur wie eine schmale Spalte erscheint (Fig. 2 u. 3,l). Infolge ihrer starken Verdickung und der teilweisen Einlagerung von etwas Kieselerde in die Wand, geben sie dem Korn einen festen, kräftigen Schutz nach außen hin.

Nach dem Scheitel der Frucht hin sind die Längs-Zellen kürzer, unregelmäßiger und die äußerste Lage entsendet dort mehr oder minder lange Haare. **Diese Haare bieten das beste Unterscheidungsmerkmal zwischen Roggenmehl und Weizenmehl,** wie Verfasser dieses zuerst*) nach-

*) Sitzungsberichte des botanischen Vereins der Prov. Brandenburg, XXIV. 1882, S. 4.

gewiesen hat (Siehe Fig. 11—15). Zwar werden die Haare, der sog. Bart, beim Schälen und Spitzen des Getreides zum größten Teil entfernt, aber trotzdem gelangt immer ein Teil derselben, namentlich der, welcher in der Furche des Korns sitzt, mit ins Mehl und ist selbst durch die besten Sichtvorrichtungen nicht ganz zu entfernen. Der Weizen hat dickwandige Haare mit meist engem Lumen (Hohlraum), der Roggen dünnwandige Haare mit weitem Lumen. Im allgemeinen kann man sagen, beim Weizen ist der Durchmesser des Lumens kleiner als die Dicke der Wand,*) beim Roggen ist es umgekehrt. Weiter unten werden die genauen Maße folgen.

Unter der Längszellenschicht liegt 2) die Querzellenschicht (q) die ich Gürtelschicht genannt habe (Fig. 1—3,q u. Fig. 6—7). Ihre Zellen laufen quer um das ganze Korn in einer einfachen Schicht. — Auch diese Zellen geben einen guten Anhalt zur Unterscheidung von Weizen- und Roggenmehl. Sie sind nämlich beim Weizen viel länger, fast noch einmal so lang als beim Roggen**) und dabei widerum viel stärker und dichter, rosenkranzförmig, perlschnurartig (oder was dasselbe ist: porös) verdickt. Auch schließen sie seitlich viel dichter aneinander als beim Roggen. Die Weizen-Querzellen messen 0,114—0,192 mm in der Länge, die Roggen-Querzellen nur 0,072—0,090 mm. Die Unterschiede in der Länge sind allerdings nur in der Mitte des Kornes deutlich, ebenso der festere Zusammenschluss; nach den Spitzen des Kornes hin werden die Zellen kürzer und unregelmäßiger. Die Roggen-Querzellen zeigen auf dem Querschnitt, dass sie auf der inneren Seite und an den schmalen Enden viel stärker verdickt sind als an der äußeren; dies, namentlich die Endverdickungen, sieht man auch auf etwas schief liegenden Flächenschnitten, z. B. in der Kleie. Berthold's Angabe, die Wandung sei nicht scharf begrenzt, wird dadurch erklärt.

Bei feineren Mehlen wird man zwar nur kleine Bruchstücke der Kleie finden und daher die Querzellen nicht in ihrer ganzen Länge messen können, aber das ist auch gar nicht einmal notwendig,

---

*) Beim Spelz ist, wie Berthold inzwischen gefunden, allerdings das Lumen oft ebenso breit als die Wand.

**) Nur das Einkorn Triticum monococcum hat, wie Berthold inzwischen fand, Querzellen, die denen des Roggens ähnlich sind.

die dichte, **starke** Tüpfelung an jedem beliebigen Teil einer Zelle weist auf Weizen, die weniger dichten, sowie die abgerundeten dickwandigen Enden auf Roggen hin.

Zur Zeit der Blüte und etwas später ist diese Gürtelschicht mit Blattgrünkörnern (Chlorophyll-Körnern) erfüllt, später aber ist der Inhalt meist ganz geschwunden und die Zellen sind leer, wie es auch die Längszellen sind. Beim Roggen sieht man aber noch öfter Reste des Chlorophylls im gebräunten Zustande, beim Weizen seltener.*)

Längszellenschicht und Querzellenschicht bilden zusammen die Fruchtschale, hervorgegangen aus der Fruchtknotenwand des blühenden Getreides. Beim Spelz (Dinkel), Emmer und Einkorn ist übrigens die Längszellenschicht weniger stark, da hier das Korn durch die Spelzen, die ja um dasselbe haften bleiben, genügend geschützt wird. Die ganze Schale ist bei diesen spelzartigen Weizen dünner. Auch bei englischem Weizen ist sie oft nicht so stark, wie bei deutschem.

2. Die Samenschale.

Innerhalb der Fruchtschale liegt die viel dünnere **Samenschale**, welche ebenfalls aus 2 Schichten besteht (Fig. 1, s, Fig 9 u. 10). Die **äußerste** Schicht derselben besteht aus abgeplatteten, langgestreckten, farblosen Zellen, die **zweite** aus ebensolchen, aber gelb oder gelbbraun gefärbten. Beide Schichten verlaufen meist schief über das Korn und kreuzen sich in ihren Richtungen unter einem spitzen oder fast rechten Winkel. Sie sind beide so dünn, daſs sie von der Fläche gesehen (so sieht man sie in der Kleie) wie eine einzige Schicht aussehen. Erst auf dem Querschnitt erkennt man, daſs es 2 Schichten sind, von denen die äußere „die glashelle Schicht" (Fig. 2, 3, g), die zweite die „Farbstoffschicht" genannt wird (Fig. 2 u. 3, f. Die Farbstoffschicht ist es, welche dem ganzen Korn die betreffende Farbe verleiht, sie ist beim Weißweizen blaſsgelblich, beim roten Weizen bräunlich, beim Roggen gelblich-rotbraun.

---

*) **Anmerkung.** Bei einem einzigen bisher bekannt gewordenen **violetten** Weizen, den der Afrikareisende Hildebrandt am roten Meere sammelte, ist die Querzellenschicht der Sitz des Farbstoffs, indem ein anscheinend flüssig gewesener, rotvioletter Inhalt diese Zellen anfüllt. —

Mitunter bemerkt man in der Kleie noch eigentümliche langgezogene, oft etwas gewundene, an den Enden häufig schenkelknochenförmig (wie ein Schinkenknochen etwa) angeschwollene Zellen, welche außerhalb der Samenschale sich über letztere hinziehen. Sie gehören noch zur Fruchtschale und sind das einzige Ueberbleibsel der Oberhaut der Innenseite des Fruchtknotens (die äußere Oberhaut sind die erwähnten Längszellen). Beim Roggen sieht man diese Zellen, die man Knochenzellen oder Knüttelzellen, auch Schläuche, genannt hat, häufiger als beim Weizen; allein ihr Vorkommen und ihre Gestalt sind so variabel, dass man daraufhin keine Unterscheidung der beiden Mehlarten vornehmen kann. (Siehe Fig. 6 u. 7 s; in Fig. 2 bezeichnen die kleinen Kreise in g die Querschnitte dieser Schläuche).

3. Der Mehlkörper.

Alles was innerhalb der Farbstoffschicht liegt, gehört zum Innern des Kornes, und zwar entweder zum Mehlkörper oder zum Embryo. Den größten Teil nimmt der Mehlkörper ein. In ihm findet sich zunächst dicht unter der Farbstoffschicht eine dünne, meist glashelle Schicht, die unter Wasser aufquillt. Erst bei stärkerer Vergrößerung sieht man, dass diese Schicht aus Zellen besteht, und die Entwickelungsgeschichte zeigt, dass es der Rest des zur Blütezeit sehr großen Knospenkerns oder der Samenknospe ist, in welchem der ganze Samen entstanden.

1. Die Kleberzellen.

Unmittelbar darunter liegen die Kleberzellen (Fig. 1, 2, 3, k und Fig. 16—18), die nur an der unteren äußeren Seite des Kornes, wo der Embryo liegt, fehlen. Die Kleberzellen sind die äußersten Zellen des Mehlkörpers Sie stellen gewissermaßen ein Tonnengewölbe aus radial gestreckten, stark verdickten Zellen dar welches dem ganzen Korn einen festen Halt gibt.

Im Längs- und Querschnitt erscheinen die Kleberzellen rechteckig oder fast quadratisch, von der Fläche gesehen, wie sie in der Kleie uns entgegentreten, aber sind sie 4—5—6seitig und pflastersteinartig aneinander gefügt. Sie sind durchgängig beim Weizen größer als beim Roggen und insbesondere ist die Maximal-Größe der Weizen-Kleberzellen bedeutender als die der Roggen-Kleberzellen.

In den Kleberzellen findet sich eine aus kleinen Körnchen bestehende stickstoffhaltige Substanz, der Kleber, welcher von etwas gelblichem Fett umhüllt ist und daher gewöhnlich etwas gelblich aussieht. Die einzelnen Körnchen heißen Kleberkörner oder Proteïnkörner. Sie sind beim Weizen meist etwas größer als beim Roggen, immerhin aber noch sehr klein (0,003 mm, beim Roggen nur 0,0015—0,002 mm). Franz von Höhnel und sein Schüler Viktor Berthold wollen die Größe der Kleberkörner als Unterscheidungsmittel zwischen Weizen- und Roggenmehl benutzen; allein es gehören einmal sehr starke Vergrößerungen dazu, um solche feine Maßunterschiede noch sicher konstatiren zu können und zweitens kleben oft beim Roggen mehrere Körnchen so dicht zusammen, daß sie wie eins erscheinen und dann so groß wie Weizenkleberkörner sind; endlich aber drittens fand ich auch einzelne Roggenkleberkörner, die an sich schon so groß wie die größten Weizenkleberkörner waren, so daß also diese Unterscheidung mir nicht sicher genug erscheint.

Kleberkörner finden sich übrigens nicht blos in den Kleberzellen unter der Schale, denn sonst müßten alle feineren Mehle, bei denen ja die Schale zum größten Teil sorgfältig entfernt wird, ganz kleberam sein und wenig stickstoffhaltige, fleischbildende Substanz enthalten. Nein, auch die inneren Zellen des Mehlkörpers enthalten Kleberkörner, nur werden sie hier durch die massenhaft vorhandenen Stärkekörner verdeckt.

Der Kleber ist kein einfacher Körper, sondern besteht beim Weizen nach Ritthausen's Untersuchungen*) aus 5 verschiedenen Substanzen.

a. Eiweißkörper.

1. Eiweiß oder Pflanzen-Albumin. Löslich in Wasser, durch Kochen oder durch Zusatz von Säuren gerinnend.

b. Käsestoff.

2. Glutén-Kaseïn oder Pflanzen-Käsestoff (Pflanzenfibrin der früheren Autoren). Nur wenig löslich in reinem Wasser, leicht in kalihaltigem Wasser und in Wasser, welches basisch phosphorsaures Kali enthält. — Unlöslich in Alkohol. Dieser Stoff fehlt, wie Ritthausen vermutet, dem Roggen.

Anmerkung. Das Glutén-Kaseïn ist nur eine Unterart

*) Ritthausen, die Eiweißkörper der Getreidearten, Hülsenfrüchte und Oelsamen. Bonn 1872.

des Pflanzen-Kaseïns, von dem eine andere Unterart sich in den Hülsenfrüchten als „Legumin“ findet. Die gleichzeitige Gegewart von viel basisch phosphorsaurem Kali in den Hülsenfrüchten bedingt die Löslichkeit des Legumins, mit anderen Worten, das Weichkochen der Hülsenfrüchte.

c. Eigentliche Kleberproteïnstoffe.
Löslich in Alkohol.

3. Glutén-Fibrin. Löslich in heißem Alkohol von 30—70° Tralles, und in kaltem von 80—90° Tr.
4. Gliadin oder Pflanzenleim. Löslich in schwachem Alkohol bis 60—70° Tr. Fehlt dem Roggen nach Ritthausen.
5. Mucedin oder Pflanzenschleim. Von allen dreien am leichtesten löslich in kaltem Alkohol von 60—70° Tr., noch mehr in warmem Wird gefällt aus kalter Lösung durch Spiritus von 90—95° Tr.

Der Umstand, daſs dem Roggen Glutén-Kaseïn, namentlich aber Gliadin oder Pflanzenleim fehlen, dürfte es erklären, weshalb sich aus Roggenmehl der Kleber nicht auswaschen läſst.

Es muſs jedoch bemerkt werden, daſs die Untersuchung der Kleber- und überhaupt der sog. Eiweißkörper noch weiteren Ausbaues harrt; sie ist außerst schwierig, weil der Kleber sich so leicht verändert; die tüchtigsten Chemiker haben sich bis jetzt meist vergebens darum bemüht.

2. Die Stärkezellen und Stärkekörner.

Nach innen von den Kleberzellen liegen die Stärkezellen (Fig. 1—3, st und 19 u. 20), welche, wie schon oben erwähnt, zwar noch etwas Kleber, vorwiegend aber Stärkekörner enthalten. Ihre Gestalt ist 5—6-eckig oder unregelmäßig, ihre Wand ziemlich dick, aber zart. Sie sind dicht erfüllt mit Stärkekörnern, unter deren Menge die kleinen Kleberkörnchen ganz dem Auge entgehen. Weizen, Roggen und Gerste haben Stärkekörner, welche im Bau ganz übereinstimmen.

Man kann bei jeder der drei Getreidearten unterscheiden: 1) Großkörner, 2) Kleinkörner, 3) zusammengesetzte Körner. Die Großkörner fallen am meisten in die Augen. Sie sind linsenförmig, daher, von der Fläche gesehen, kreisrund (oder etwas oval), von der hohen Kante betrachtet, schmal elliptisch. Die Kleinkörner sind rundlich, kugelig, und durch ihre be-

deutend geringeren Dimensionen von den allerdings im Durchmesser auch sehr wechselnden Großkörnern zu unterscheiden. Die zusammengesetzten Körner kommen im Mehl nur selten vor, weil sie durch den Mahlprozeß meist zerkleinert sind, aber auch im unverletzten Korn sind sie nicht häufig und bestehen nur aus wenigen Teilkörnern, meist 3, selten mehr. Die einzelnen Teilkörner findet man öfter im Mehl, sie sind durch ihre eckigen Bruchflächen leicht von den Kleinkörnern, mit denen sie die Größe ungefähr gemeinsam haben, zu unterscheiden.

Die großen Stärkekörner sind in demselben Korn sehr wechselnd an Größe. Die Maxima bei den einzelnen 3 Getreidearten sind aber verschieden.

Es beträgt die Maximalgröße der Großkörner:

beim Weizen z. B.	0,028—0,039	selten bis 0,040 mm	Durchmesser,
„ Roggen „ „	0,040—0,02	„	„
bei Gerste nur	0,021—0,026	„	„

Die größten Särkekörner besitzt also der Roggen und könnte ein Zusatz von Roggenmehl zu Weizenmehl, wenn derselbe überhaupt vorkäme, schon dadurch leicht erkannt werden. Außerdem zeigen die Roggen-Stärkekörner häufig im Innern sternförmige Risse; jedoch ist das nicht bei allen der Fall und kommt einzeln auch bei Weizenstärkekörnern vor. Die Risse sind jedenfalls durch Spannungsverhältnisse in den verschiedenen konzentrischen Schichten, aus denen ein Stärkekorn besteht, entstanden. An den Getreide-Stärkekörnern sieht man diese einzelnen Schichten selbst bei starker Vergrößerung nur schwer, sehr leicht dagegen bei der Kartoffelstärke. Sobald aber das Getreidekorn gekeimt hat, oder, was dasselbe bedeutet, ausgewachsen ist, und die Stärkekörner allmählich in Zucker (zur Ernährung des Keimes) übergeführt werden, sieht man auch hier die konzentrische Schichtung sehr deutlich. Man erkennt zugleich zahlreiche Risse, Spalten und Verletzungen an den Stärkekörnern und kann somit Mehl von ausgewachsenem Getreide an diesen Kriterien von gesundem, normalem unterscheiden (Siehe Fig. 21).

4. Der Keim.

Der Keim oder Embryo (Fig. 1, e) besteht aus einem oberen Teil, der Hauptknospe (plumula, Blattfederchen) mit meist einigen Seitenknospen und einem unteren Teil, dem Wurzelteil (radicula). Letzterer weist eine Hauptwurzel und mehrere Seitenwurzeln auf.

Auf einem Querschnitt durch den Embryo sieht man in der Wurzelgegend beim Weizen 3 Würzelchen (im ganzen), beim Roggen 4, bei Gerste und Hafer 5—7. Bekanntlich liegt der Keim an dem unteren Ende, an der äußeren Seite des Getreidekorns fest dem Mehlkörper, dem sog. Endosperm oder Samen-Eiweiß, an. Der Keim ist aber mit einem besonderen Organ ausgerüstet, um die im Mehlkörper ihm gebotene stärkereiche und auch stickstoffhaltige Nahrung aufzunehmen. Es ist dies das sog. Schildchen (scutellum) Fig. 1, sch, ein in der That schildförmig gewölbter Teil, mit welchem der Embryo an den Mehlkörper grenzt. Die ganze gewölbte Seite des Schildchens, d. h. die dem Mehlkörper zugekehrte, ist mit aufrechten, säulenförmigen, zarten Schlauch-Zellen (gewissermaßen wie mit Nadeln) besetzt, welche die flüssig gewordene Stärke aufsaugen und dem Keim zuführen. Wir könnten sie „Saugezellen" nennen (Fig. 1, dr).

Das übrige Gewebe des Keimes besteht vorzugsweise aus sehr kleinen, zartwandigen, regelmäßig aneinander gereihten Zellen, welche Protoplasma (stickstoffhaltige Substanz) und Fett führen.

Da der Keim meist vor dem Mahlen entfernt wird, so findet man nur selten noch kleine Reste seines Gewebes im Mehl.

Die Hauptmasse im Mehl sind die Stärkekörner, dann folgen die Kleberkörner, welche in ihrer Größe den kleinsten Stärkekörnern etwa gleichkommen, ferner sieht man mitunter die dickwandigen Zellen der Kleberschicht, die dünnwandigeren Zellen des Mehlkörpers, in welchen die Stärkekörner liegen (oft selbst noch mehrere Zellen im Zusammenhange, mit Stärke erfüllt), sodann Teile der Schale und deren Haare, oder wenigstens Bruchstücke der Haare.

Bau der übrigen Getreidearten.

Ueber den Bau der anderen Getreidearten wird in dem speziellen Teil ausführlicher gesprochen werden. Hier sei nur Folgendes bemerkt:

1) Die Gerste ist im allgemeinen wie Roggen und Weizen gebaut, ihre Schale ist aber mit vielen Haaren besetzt und bedeutend dünner, weil sie noch von Spelzen geschützt ist. Die Kleberschicht besteht aus drei Reihen von Zellen, während alle übrigen Getreidearten nur eine haben. (Nur auf Querschnitten zu sehen.)

2) Der Hafer hat keine Querzellen in der Schale, viele dickwandige Haare und zweierlei Stärkekörner: große, kugelige

oder ellipsoidische, zusammengesetzte und sehr kleine einzelne oder zu 2—4 zusammenhängende, rundlich-eckige. Die Kleberschicht ist mitunter 2-reihig.

3) Der Reis hat widerum Querzellen in der Schale, doch ist die Schale nur dünn, weil das Korn von Spelzen umschlossen ist. Die Stärkekörner sind zusammengesetzt, etwa wie die des Hafers, oft in die Teilkörnchen zerfallen, die ein wenig größer als beim Hafer sind.

4) Der Mais hat nur Längszellen (keine Querzellen) in der Schale und keine Farbstoffschicht. Bei ihm liegt die Farbe in den innersten Längszellen, ausgenommen beim blauen und blauschwarzen Mais, wo die Kleberzellen so gefärbt sind. Die Stärkekörner sind einfach, so groß fast wie Gerstenstärkekörner, aber rundlich 5—6-eckig und mit weiter, spalten- oder sternförmiger Kernhöhle versehen.

5) Die Hirse hat an der enthülsten Frucht eine Oberhaut aus stark wellig gerandeten kurzen Längszellen, unter denen sich länger gestreckte senkrecht hinziehen. Die Stärkekörnchen sind klein und polyedrisch-kugelig. Sie haben 5—8 Tausendstel Millimeter Durchmesser und sind ziemlich konstant in der Größe. Daneben kommen noch einige ganz kleine, von 1 Tausendstel Millimeter vor.

Im Uebrigen sei auf F. Kick, die Mehlfabrikation, 2. Aufl., Leipzig 1878 verwiesen, wo auf S. 3 ein Weizenkorn schematisch mit seinen verschiedenen Schichten und den Längs- und Querzellen dargestellt ist und wo S. 25 u. flgde. von Prof. August Vogl eine genauere Beschreibung der einzelnen Getreidefrüchte mit Abbildungen gegeben worden.

Viel genauer als die in Kick S. 3 gegebene Abbildung ist die schematische Darstellung des Weizenkorns und des Roggenkorns in Birnbaum, das Brotbacken, Braunschweig 1878, S. 46 und 60; auch die übrigen, sich anschließenden Zeichnungen sind genauer und lassen deutlich die Unterschiede in den Querzellen bei Weizen und Roggen, sowie in den Haaren erkennen, während Vogl bemerkt (Kick S. 31), die Frucht- und Samenhaut sei bei beiden gleichgebaut.*)

Auch das oben angeführte Werk von Dr. Franz Ritter von Höhnel, „die Stärke und die Mahlprodukte", enthält gute Zeichnungen und Beschreibungen des Baues der einzelnen Getreidearten, ebenso Wiesner, „die Rohstoffe des Pflanzenreichs."

*) Die betr. Abbildungen in Birnbaum sind, wie dort auf S. 45 angegeben, nach den Originalzeichnungen des Verfassers Dieses.

B. Praktischer Teil.

1. Untersuchung des Mehles auf anorganische Substanzen.

Obwol anorganische (mineralische) Substanzen in größerer Menge selten einem Weizen- oder Roggenmehle zugesetzt werden und überhaupt ein solcher Zusatz zum Mehl zu den Ausnahmen gehört, so mögen doch hier die besten Methoden angeführt werden, um das zu erkennen, da vor einigen Jahren aus Holland solche mineralische Substanzen als „Kunstmehl" angeboten wurden.

Die allerbeste und einfachste Methode für Laien ist die von dem Apotheker Cailletet in Charleville um das Jahre 1858 angegebene, mittelst Chloroform, die nicht, wie aus Kick S. 353 geschlossen werden könnte, von Bernhard Jegel herrührt.

Nach Cailletet's Angaben*) (siehe Chevallier et Baudrimont, Dictionnaire des altérations et falsifications etc. I., S. 439) soll man 4—5 g Mehl mit etwa 60 ccm Chloroform in einem langen, zilindrischen Glase schütteln. Nach einiger Zeit schwimmt alles Mehl oben, während die Mineralsubstanzen zu Boden gesunken sind. Man kann auf diese Weise nach Cailletet noch 1 Zehntausendstel Mineralsubstanz erkennen.

Später ist diese Methode von Dr. Rakowitsch in Petersburg auf der Hygieine-Ausstellung in Brüssel 1876 vorgeführt und kurz darauf von Prof. Dr. C. Himly in Kiel warm empfohlen worden.**)

Das Chloroform eignet sich deshalb so gut, weil es ein höheres spezifisches Gewicht hat als das Mehl, ein geringeres aber als die Mineralsubstanzen. — Es beträgt das spezifische Gewicht:

des Chloroforms	1,439 nach Haage 1867 bei 20° C.
	1,527 „ Thorp 1880 „ 4° C.
des Weizenkorns	1,413 (im Mittel)
„ Kalksteins	2,570—2,580 nach Himly
der Kreide	2,230
des Schwerspats	4,480
„ Gipses, ungebrannt	2,320
gebrannt	1,810
des Marmors	2,720
„ Knochenmehls	1,650

---

*) Siehe auch Dingler's polyt. Journal Bd. 149, S. 467.

**) Pharmazeutisches Handelsblatt, Supplement der Pharmazeutischen Zeitung Nr. 76. 1876, S. 152

Außerdem ist aber das Chloroform deshalb so geeignet, weil es keinen der zur Untersuchung kommenden Körper löst. —

Auch ich habe seit 1876 diese Methode mittelst Chloroform anwendet und kann sie ebenfalls warm empfehlen. Man braucht durchaus nicht mit solchen großen Mengen zu operiren, wie Cailletet vorgeschrieben. Es genügt, wie Himly a. a. O. angibt, ein Fingerhut, oder sagen wir eine Messerspitze voll. Man bedarf dann nur eines Reagensglases (Fig. 22) von 1—1½ cm Weite und 13—14 cm Länge (in jeder Handlung von chemischen Apparaten dutzendweise billig zu haben) und etwas Chloroform, das man, wenn man den Zweck angibt, gewiſs auch ohne Rezept des Arztes aus der Apotheke oder einer Droguenhandlung erhält. Eine Gefahr, durch das Chloroform betäubt zu werden, ist durchaus nicht vorhanden, namentlich nicht, wenn man das Reagensglas verkorkt.

Man thut die betreffende Mehlprobe in das Reagensglas, füllt dies darauf bis etwa zur Hälfte oder drei Viertel mit Chloroform und schüttelt tüchtig um. Nach einiger Zeit, während welcher der Zilinder senkrecht gestanden*), findet man dann, wie erwähnt, die Mineralien als Bodensatz. Dabei ist jedoch zu bemerken, daſs auch bei unverfälschtem Mehl sich meist eine ganz geringe Menge graubrauner Körnchen absetzt, die zum größten Theil Mühlsteinpulver sind. Ein weißer Bodensatz deutet aber auf Zusatz von „Kunstmehl" d. h. Mineralsubstanz**).

Man thut gut, eine zweite Probe mit reinem, unverfälschtem Mehl zu machen, um den Unterschied zu sehen.

Hat man die verdächtige Mehlprobe vorher gewogen und wiegt nachher den getrockneten Rückstand am Boden, nachdem man vorher das oben schwimmende Mehl und das Chloroform abgegossen oder abgehoben hat, so kann man sogar prozentisch berechnen, wie viel Zusatz von Mineralsubstanz gemacht war.

Die Cailletet'sche Chloroformmethode ist von Hager dadurch

---

*) Am besten in einem sogenannten Reagensgläser-Ständer, der in den erwähnten Handlungen auch billig zu haben.

**) Anmerkung: Noch ist zu erwähnen, daſs, wie ich gefunden habe, mitunter Weizenmehl, wenn man es mehrere Tage in dem Reagens-Zilinder mit Chloroform stehen läſst, sich auch zu Boden senkt. Ich erkäre mir dies dadurch, daſs die Stärke des Mehls, die an sich ein spez. Gewicht von 1,60 hat, sich dann von den übrigen Bestandtheilen getrennt hat. — Für die Prüfung ist dieser Umstand ohne Belang, denn die Prüfung ist in wenigen Minuten erledigt und man braucht nicht tagelang stehen zu lassen.

verbessert, daſs er, nachdem alles Mehl oben schwimmt, ein wenig Salzsäure zusetzt. Das Mehl verwandelt sich dann in eine gelatinose Masse und kann leichter abgehoben werden.

In manchen Fällen kann, wie Himly erwähnt, die Chloroform-Methode selbst bei Vergiftungsfällen benutzt werden. In einem Falle handelte es sich darum, ob Arsenik dem Mehle in Pulverform oder in anderer Weise inkorporirt sei und wandte Himly dabei Chloroform mit bestem Erfolge an. Auch manche giftige Alkaloide gehen in das Chloroform über.

Hat man kein Chloroform zur Hand, so kann man sich auch mit reinem Wasser helfen. Man nehme dann einen möglichst langen Reagir-Zilinder, viel Wasser und wenig Mehl, schüttele stark und beachte nun, ob sich unmittelbar darauf schon ein Bodensatz bildet. Zugleich mache man wider einen Kontrollversuch mit zweifellos reinem Mehl. Um ganz sicher zu gehen, daſs der gebildete Bodensatz nicht Stärkemehl sei (welcher sich etwas später absetzt), füge man einige Tropfen (oft genügt einer) Jod-Tinktur hinzu. Es wird dann die Stärke blau, während die Mineralien ungefärbt bleiben. Ich habe auf diese Weise Zusätze von 2% Gips Schwerspat und Kreide noch nachweisen können und kleinere Mengen werden wol absichtlich nie zugesetzt.

Wie ich inzwischen auf der XV. Generalversammlung des Verbandes deutscher Müller in Kassel vom 17. — 20. Juni 1883 in einem Vortrage über Mehluntersuchungen (Stenographischer Bericht, Leipzig, Verlag von Moritz Schäfer, S. 16) mitgeteilt, fand ich mit Unterstützung meiner Kollegen, des Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Landolt und Prof. Dr. Börnstein, daſs eine gesättigte Lösung von Pottasche (chemisch reine) ungefähr dasselbe spezifische Gewicht hat wie das Chloroform. Man muſs aber 50 Teile Pottasche auf 50 Teile heißes Wasser, oder gar 60 Teile Pottasche auf 40 Teile Wasser nehmen, je nach dem Wassergehalt der Pottasche. Man lasse erkalten und filtrire. Die erhaltene Flüssigkeit kann man dann ähnlich, wie das Chloroform verwenden, da die meisten Mineralzusätze in kalter Pottaschelösung nicht löslich sind.

Auch eine gesättigte Lösung von Chlorzink in Wasser hat ein ähnliches spezifisches Gewicht wie das Chloroform. Das Chlorzink bringt die Stärke zum Quellen, verkleistert sie gewissermaßen und ist deshalb die Flüssigkeit noch klarer.

Herr Direktor van den Wyngaert, der das Bedenkliche der Hand-

habung des Chloroforms durch ungeübte Hände hervorhebt, schlägt eine 45%ige Lösung von Bromkalium, spez. Gew. $1._{43}$, vor, welche noch den Vorteil bietet, dass die Mineralstoffe sich sofort zu Boden setzen, was übrigens auch beim Chlorzink der Fall ist.

Es gibt noch viele andere Methoden, um die Gegenwart von Mineralsubstanzen im Mehl nachzuweisen, doch sind die meisten nicht so einfach und nicht so deutlich. Erwähnenswert ist noch die Nessler'sche Methode (vom Hofrat Prof. Nessler in Karlsruhe;*) derselbe empfiehlt aus einer starken Messerspitze voll, etwa 1,5—2 g Mehl und 1 Esslöffel, d. h. etwa 15—20 g Wasser einen flüssigen Brei zu machen und etwa 20 g konzentrirte Schwefelsäure zuzusetzen. Dann löst sich das Mehl, während Gips, Schwerspat und Sand zu Boden sinken. Ist kohlensaurer Kalk (oder Kreide) vorhanden, so tritt ein Aufbrausen der Flüssigkeit ein, weil die Schwefelsäure die schwächere Kohlensäure austreibt. Der kohlensaure Kalk verwandelt sich dabei in schwefelsauren Kalk (Gips) und dieser scheidet sich nach und nach ab.

Bei diesem Nessler'schen Verfahren ist jedoch große Vorsicht nötig. Man darf die Schwefelsäure nicht auf einmal zugießen, sondern nach und nach, weil sich die Mischung von Schwefelsäure und Wasser stark erhitzt. Aus dem Grunde nehme man auch ein Gefäß mit dünnem Boden, ein sog. Becherglas, und stelle dies auf einen Teller. Das Umrühren geschehe mit einem Glas- oder Porzellanstabe. Gießt man zu hastig die Schwefelsäure zu, oder ist das Mehl im Wasser nicht ganz gleichmäßig verteilt, so bräunt oder schwärzt sich das Ganze.

Einen Zusatz von Kreide (kohlensaurem Kalk) oder kohlensaurer Magnesia (Magnesium-Karbonat) kann man nach Birnbaum**) auch erkennen, wenn man das Mehl mit Spiritus zu einem dünnen Teige anmacht und sodann einige Tropfen verdünnte Salzsäure zusetzt. Ein Aufbrausen zeigt die Anwesenheit der genannten Kohlensäuresalze an. Wasser ist zum Anfeuchten des Mehles in diesem Falle nicht brauchbar, weil Wasser zu viel Kohlensäure absorbirt. — Gips, Schwerspat, Quarz und Thon erkennt man nach derselben Quelle leicht, wenn man in einen Reagirzilinder etwa 10 ccm konzentrirte Salpetersäure gießt, einige Messerspitzen voll von dem Mehl darauf bringt und darnach erwärmt. Das

*) Wochenblatt des landw. Vereins für Baden, 1877, N. 27, 4. Juli.
**) Das Brotbacken, S. 85.

Mehl löst sich bis auf einige aufgequellte Flocken in der Säure auf, die Mineralpulver aber sinken zu Boden. — Man sieht es kommt wider darauf hinaus, die Stärke aufzulösen. Dies kann durch Schwefelsäure, Salpetersäure 2c. geschehen, aber auch durch Alkalien, wie Kalilauge, Natronlauge (das ist gewöhnlich Waschlauge) 2c.

Kalk erkennt man im Mehl an der alkalischen Reaktion, d. h. es färbt sich angefeuchtetes, rothes Lackmuspapier (in jeder Apotheke vorrätig) blau, wenn man es an das Mehl drückt.

Die sicherste Methode mineralische Substanzen im Mehl zu erkennen ist die Aschen-Analyse. Diese kann aber nur in einem Laboratorium ausgeführt werden; sie bietet dem Chemiker keine Schwierigkeit. Da sie aber für Laien nicht gut ausführbar ist, namentlich nicht wenn es sich um quantitative Bestimmung, d. h. Bestimmung der Menge der Zusätze handelt, so wollen wir sie hier nur kurz berühren: Eine kleine Menge Mehl (etwa 10 g) wird genau gewogen, in einem gewogenen Platintiegel verascht, bis die Asche ganz weiß geworden und dann der Platintiegel mit der anklebenden Asche wider gewogen. Das Mehrgewicht des Tiegels gegenüber seinem Leergewicht gibt die Asche, die man dann auf 100 g berechnen kann. Es erfordert sehr lange Zeit, bis die Asche ganz weiß gebrannt ist und man thut gut, das Mehl, nachdem es verkohlt ist, widerholt vom Feuer zu nehmen, abkühlen zu lassen, die Kohle etwas mit destillirtem Wasser zu befeuchten und an die Luft zu stellen, damit die Kohle wider Luft absorbire.

Vohl*) hat vorgeschlagen, um die Veraschung zu beschleunigen, 10 g Mehl mit 20 g chemisch reinem Salpeter, der vor allen Dingen schwefelsäurefrei sein muss, zu mengen und das Gemenge mit einem glühenden Drat in einem Platintiegel zu entzünden. Es ist aber diese Methode nicht sehr zu empfehlen, da bei der Verpuffung sehr viel verspritzt und man auch leicht beschädigt werden kann.

Bornträger setzt behufs Beschleunigung des Prozesses salpetersaures Ammoniak zu.

Ein normales Mehl darf, selbst wenn es bedeutende Mengen Kleie enthält, nicht über 2 ½ % Asche hinterlassen. Eine größere Menge deutet also auf Mineralzusatz. Weizenmehle haben meist nur 0,5—0,9 %, Roggenmehle bis 2 % Asche.

---

*) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. Berlin 1876, S. 1660.

Uebrigens kann auch der Laie annähernd schon die Aschenmenge beurteilen, wenn er eine kleine Messerspitze voll Mehl auf ein kleines Platinblech thut und das letztere über einer Spiritus- oder Gasflamme (am besten einem Bunsen'schen Gasbrenner) zum Glühen bringt. Ein reines Mehl liefert nur wenig Asche ein, verfälschtes mehr. Ist Gips zugesetzt, so zeigt sich am Rande der Kohle ein weißer Belag, überhaupt brennt sich die Asche dann eher weiß.

Obwol in der Einleitung gesagt ist, daß man zur Prüfung auf Mineral-Zusätze keines Mikroskopes bedürfe, so kann man dasselbe, wenn man im Besitz eines solchen ist, immerhin doch dazu verwenden. Während die Stärkekörner des Mehles unterm Mikroskop durchscheinend sind, sieht man alle Mineral-Substanzen als dunkle Massen. Gips zeigt in feinen Stückchen deutliche Nadeln, oder strahlige Struktur (Fig. 23); Schwerspat erscheint in Form unregelmäßiger, dunkler, meist kugeliger Klumpen, die aus sehr feinen Teilchen bestehen, oft auch muscheligen Bruch zeigen; Kreide bildet gleichfalls klumpige, aber mehr rechteckige Massen, deren Teilchen etwas größer als beim Schwerspat sind. — Die Unterschiede der verschiedenen Mineralpulver sind indes so gering, daß man nur Gips allein deutlich erkennen kann. — Vor allen Dingen ist aber bei der mikroskopischen Prüfung noch zu beachten, daß auf Zusatz von Jodlösung die Mineralbestandteile sich nicht färben, während die Stärkekörner eine blaue, die Kleberkörner eine gelbe Farbe annehmen und die Schalenteilchen entweder ungefärbt bleiben oder gelblich werden.

In England, wo häufig infolge nassen Wetters zur Erntezeit das Getreide auswächst und dann einen schlechten Kleber liefert, soll es seitens der Bäcker gebräuchlich sein, dem Mehl etwas Alaun zuzusetzen, um den Kleber, resp. den Teig weniger zerfließlich zu machen. Dies läßt sich sowol im Mehl als im Weißbrot, wie ich gefunden habe, am schönsten durch essigsauren Kochenille-Extrakt (Kochenille mit Essigsäure behandelt) nachweisen. Unverfälschtes Mehl oder Brot wird, wenn man einen Tropfen darauf gießt, orangerot gefärbt, mit Alaun versetztes aber schön karmoisinrot, je nach der Menge mehr oder weniger; denn der Alaun hat die Eigenschaft viele Farben lebhafter zu machen. — Gewöhnlich wird empfohlen zum Mehl Kampecheholz-Extrakt zu fügen (1 Teil Kampecheholz auf 20 Teile Holzgeist, hiervon 10 ccm mit 150 ccm Wasser und 10 ccm gesättigter wässeriger Lösung von kohlensaurem

Ammoniak); es entsteht dann bei reinem Mehl ein braungelber, bei verfälschtem ein graublauer Fleck.

Kupfervitriol hat ebenfalls einen günstigen Einfluss auf das Zusammenhalten des Klebers und soll in England und Frankreich mitunter auch angewendet werden(?). Man erkennt es durch Hinzufügen einer Lösung von gelbem Blutlaugensalz, worauf bei Gegenwart von Kupfer sich die Flüssigkeit rot färbt. Ist nur eine minimale Menge von Kupfer vorhanden, so genügt dies Verfahren direkt nicht. Man muss dann das Mehl veraschen und in der Asche das Kupfer nachweisen.

2. Untersuchung des Mehles auf organische Substanzen.

Die Erkennung organischer Beimengungen im Weizen- und Roggenmehl ist ohne Frage derjenige Punkt, den die Preisaufgabe besonders beantwortet zu sehen wünscht. — Wie schon oben angeführt, ist es nur möglich mit Sicherheit die einzelnen Verfälschungen zu erkennen, wenn man das Mehl mikroskopisch untersucht, zugleich aber einige chemische und physikalische Eigenschaften desselben mitbeachtet.

Wir beginnen gleich mit dem Allerschwierigsten, um nachher desto leichtere Arbeit zu haben und besprechen zunächst

a. Die Erkennung von Weizenmehl im Roggenmehl.

Wie allgemein bekannt, ist es im Winter 1880/81 bei den teuren Roggenpreisen vielfach üblich geworden, dem Roggenmehl Weizenmehl zuzusetzen. Obwol dies vom Standpunkte der Gesundheit ein unschuldiges Vergehen, ist es doch für den Bäcker durchaus nicht gleichgiltig, da sich ein mit Weizen gemengtes Roggenmehl ganz anders bäckt als ein reines und vor allem, ähnlich wie ein mit Gerste versetztes, ein Brot liefert, das viel eher trocken wird. Dass es damals zu vielen Streitigkeiten führte, ist bekannt, leider aber wurden und werden noch heute einzelne ganz reine Roggenmehle von den Abnehmern zurückgewiesen unter dem Vorwande, sie seien mit Weizenmehl verfälscht, einfach weil die Käufer von ihrem Kontrakt entbunden sein wollen, da die Preise inzwischen vielleicht niedriger geworden.

Ich habe zu jener Zeit viel Gelegenheit gehabt, solche Roggenmehle, die eines Zusatzes von Weizenmehl verdächtig waren, zu untersuchen und habe, wie schon oben S. 13 gesagt, als unumstößliches Erkennungszeichen des Weizenmehles gefunden: Die

dickwandigen Haare, Haare, deren Wandung dicker ist, als der äußerst enge innere Kanal (Lumen). Wie schon im theoretischen Teile hervorgehoben, hat im Gegensatz dazu der Roggen an der Spitze des Korns dünnwandige Haare, deren Lumen größer ist als die Dicke der Wand. (Siehe Fig. 11—15.)

Zur Blütezeit bereits ist, wie ich jetzt gefunden habe, ein Unterschied in der Dicke der Wand vorhanden, wenngleich der Innenraum des Haares beim Weizen dann noch breiter ist als die Wand. Die Wand des Weizenhaares ist schon zur Blütezeit etwa doppelt so dick als die des Roggenhaares (5—6 Mkm.*), gegen 2—3 Mkm.); das beweist, daß dieser Unterschied ein in der ganzen Organisation des Kornes begründeter und deshalb auch stichhaltiger ist. Er wird aber mit fortschreitender Reife noch immer deutlicher, da beim Weizenhaar das Lumen bis auf einen engen Kanal, der eben meist dünner als die Wand, oder höchstens ihr gleich ist, verengt wird. Ausgenommen ist hiervon nur die kurze zwiebelförmige Basis, die einzelne Haare zeigen.

Dazu kommt nun ferner, das die meisten Weizenhaare weit länger sind als die Roggenhaare und daß selbst die Bruchstücke, die man im Mehl gewöhnlich nur antrifft, in der Regel größer, d. h. länger sind als die der Roggenhaare. Die bezüglichen Maße sind folgende:

	beim Weizen		beim Roggen	
Länge der Haare	120—742	Mkm.	50—420	Mkm.
Durchmesser der größten	15—21	„	9—17	„
Derselbe an der zwiebelförmigen Basis	28	„	23	„
Durchmesser der kleinsten an der Basis	9—10	„	8	„
Dicke der Wand durchschnittlich	7	„	3—4	„
(nach Berthold)	5—8	„	3—6	„
Weite des Lumens, d. h. des hohlen Kanals im Innern, Durchschn.	1,4—2	„	7	„
selten bis	5			„
(nach Berthold)	1,5—4	„	4—12	„

*) Mkm. bedeutet Mikromillimeter, d. h. tausendstel Millimeter. Man schreibt auch wol mmm oder ein griechisches m μ dafür. 5 Mkm = 0,005 mm.

Man sieht also durch diese Zahlen bestätigt, daß beim Weizen die Wand dicker ist als das Lumen, beim Roggen dünner als das Lumen, meist sogar weit dünner.

Eine Ausnahme macht, wie Berthold fand, der Spelz, bei ihm sind die Haare weit, dünnwandig und ist dies für süddeutsche aus Spelz bereitete Weizenmehle zu beachten (Fig. 13).

Ein wichtiger Punkt ist aber bei Prüfung von Roggenmehl nicht außer acht zu lassen. Das ist der Umstand, dafs häufig einzelne Weizenkörner sich unter dem Roggen befinden und dies ist besonders der Fall bei Roggen, der aus Gegenden stammt, in welchen keine große Sorgfalt bezüglich der Reinheit des Saatgutes geübt wird. So ist es besonders in Rußland, namentlich in Südrußland; aber selbst auch im Roggen aus Gegenden von höherer Kultur, wie Mecklenburg, Pommern, der Neumark &c., ja, wol fast überall finden sich hin und wider in ihm einige Weizenkörner, wie umgekehrt im Weizen einige Roggenkörner. Absolut rein ist überhaupt kein Mahlgut und mit den besten Sortirmaschinen ist es nicht möglich, sämmtliche Weizenkörner, namentlich die kleineren, vom Roggen zu trennen. Wie groß die Verunreinigung des russischen Roggens mit Weizenkörnern ist, mögen folgende Zahlen nachweisen:

1. Eine Probe nordrussischen Roggens im Gewicht von 190 g enthielt 15 Weizenkörner im Gewicht von 0,45 g; mithin 0,24% des Gesammtgewichtes.

2. Eine Probe südrussischen Roggens von 250 g enthielt gar 130 Weizenkörner im Gewicht von 3,5 g, mithin 1,40%. — Von diesem südrussischen Roggen gingen rund 63 Körner auf 1 g; die 250 g enthielten somit etwa 15750 Roggenkörner, folglich kommt von 130 beigesprengten Weizenkörnern durchschnittlich je eins auf 121 Roggenkörner.

Nicht immer sind die Beimengungen von Weizenkörnern so bedeutend. In einem Gemenge von nord- und südrussischem Roggen enthielten 145 g nur 6 Weizenkörner im Gewicht von 0,15 g also nur 0,10%; aber in einem anderen Gemenge, das ich auffing, als es bereits die Sortirmaschine passirt hatte, fanden sich auf 175 g Roggenkörner doch noch 19 Weizenkörner im Gewicht von 0,5 g, also 0,26% des Gesammtgewichtes.

Da ist es also kein Wunder, wenn man vereinzelt auch Schalenteile oder Haare vom Weizen in reinem Roggenmehl antrifft; denn dass ein Mehl aus solchem Roggen als rein im Sinne des Handels anzusehen sei, wird niemand bestreiten wollen. Man sieht es dem Mahlgut auch bei oberflächlicher Betrachtung gar nicht einmal an, dass so viel Weizenkörner darin sind. Ganz unangebracht würde es sein, aus dem Vorkommen sehr vereinzelter Weizenteilchen im Roggenmehl auf einen absichtlichen Zusatz von Weizen schließen zu wollen.

Weiter ist noch zu beachten, dass, wie ich neuerdings gefunden, die Haare, wenigstens in ihrem unteren Teil, im Querschnitt nicht immer rund, sondern öfter elliptisch, dreieckig oder viereckig sind, namentlich beim Weizen, wie man schon aus der elliptischen, drei- oder viereckigen Basis abnehmen kann. Dies ist für die Beurteilung wichtig, denn betrachtet man z. B. ein im Querschnitt elliptisches Haar von der schmalen Seite der Ellipse, so sieht das Lumen enger aus als von der breiten Seite. Man muss daher suchen durch zartes Klopfen oder Drücken auf das Deckglas die Haare in verschiedene Lagen zu bringen, sie möglichst um ihre Längenachse zu drehen. Letzteres erreicht man oft auch durch Zusatz eines Tropfen Wassers oder Alkohols am Rande des Deckglases. Um alle Quellungserscheinungen auszuschließen, kann man überhaupt die betreffende Probe Mehl, die mikroskopisch untersucht werden soll, gleich in Alkohol legen.

Glücklicherweise ist beim Roggenhaar der Querschnitt meist viel gleichmäßiger rundlich als beim Weizenhaar, oder gar beim Spelzhaar (vergl. Fig. 12 mit 15), so dass bei ersterem nicht so leicht Täuschungen eintreten können.

Die Haare der Roggentrespe, Bromus secalinus L, die leicht unterm Mehl vorkommen können, da diese Trespe ja ein häufiges Unkraut ist, sind gleichfalls sehr schwach verdickt und haben ein noch weiteres Lumen als die Roggenhaare. Sie haben eine etwas kegelförmige Gestalt infolge der breiten Basis und sind oft etwas hin und her gebogen, Länge der Haare verschieden, Durchmesser an der Basis 23 Mkm., im zilinderischen Teil 8 Mkm., unten: Wanddicke $2_{,9}$—$3_{,8}$ Mkm., Lumen $8_{,7}$; oben: Wanddicke $2_{,1}$ Mkm., Lumen $2_{,8}$.

Es könnte nun aber dem Ungeübten leicht begegnen, dass er beliebige andere Fasern, z. B. Leinenfasern, die leicht beim Abwischen des Glases, auf welches man die zu untersuchende Probe

thut (des sog. Objektträgers oder Objektglases), oder des Deckglases, mit welchem man sie bedeckt, haften bleiben, für Bruchstücke von Haaren ansieht; indessen genügt eigentlich schon ein einfaches Betrachten von Leinenfasern, um sofort den Unterschied zu erkennen andererseits habe ich ein vortreffliches Unterscheidungsmittel angewendet, welches überhaupt die Haare besser sichtbar macht. Es ist dies das vom Prof. Wiesner in die mikroskopische Technik eingeführte schwefelsaure Anilin, ein Reagens, welches man sich leicht bereitet, indem man das käufliche schwefelsaure Anilin*) in Alkohol auflöst. Dies Reagens färbt Holz und verholzte Zellen gelb, die unverholzten Zellen gar nicht. — Setzt man nun dem mikroskopischen Präparat etwas davon zu, so färben sich nach einiger Zeit (d. h. nach etwa 5—10 Minuten höchstens) die Weizenhaare, weil ihre Membran verholzt ist, entschieden gelb, die Roggenhaare wegen ihrer dünnen Membran etwas weniger, Leinen-, Hanf- und Baumwollenfasern aber gar nicht (Hanf mitunter äußerst wenig, doch kommen Hanfgewebe ja hier fast nicht in betracht). Jute färbt sich noch stärker als die Weizenhaare, sie wird ganz goldgelb; aber auch sie kommt hier nicht in betracht.

Man hat nun eingewendet, das Aufsuchen der Haare sei mühsam; das ist es allerdings, aber man kann sich die Sache erleichtern, wenn man die betreffende Mehlprobe auf dem Objektträger verkleistert. Dann stören die Stärkekörner den Blick nicht mehr und die Haare treten deutlich hervor, ebenso die Reste von Schalen, die auch karakteristische Unterschiede bieten. Ist man im Besitze eines Mikroskopes, das mit einem Polarisationsapparat versehen ist, so kann man schon im unverkleisterten Mehl sehr leicht die Haare auffinden, indem man durch Drehen des Okulars das Gesichtsfeld verdunkelt, dann leuchten die Haare im dunklen Gesichtsfelde hell auf.

Zum Messen der Dicke der Wand nehme man dann aber wieder das gewöhnliche Okular des Mikroskopes.

Es ist von Viktor Berthold**), der im übrigen ganz das bestätigt, was ich bezüglich der Unterschiede in der Dicke der Wandung der Haare gesagt habe, bemerkt worden, dafs die feinsten

---

* In Droguenhandlungen, die mit Anilinfarben handeln, billig zu bekommen.

**) Zeitschrift für Waarenkunde, Beilage der Zeitschrift für landwirtschaftliche Gewerbe. Dobruska, Böhmen Nr. 1, 1883.

Mehle außer Stärke und Kleber keine weiteren Elemente enthalten, wenn man Mahlprodukte der Hochmüllerei vor sich habe, dass Haare und Schalenteile nur bei der Flachmüllerei in den feinsten Mehlsorten vorkommen möchten. Er erwähnt, dass er

in Weizenmehl (Walzmehl) Nr. 0 und 2
„ „ (Kunstmehl) Nr. 0,1 „ 2
„ Roggenmehl (Kunstmehl) Nr. 1 „ 2

nur Stärke und Kleber gefunden habe.

Was die Schalenteile anbetrifft, ist Berthold recht zu geben, da diese bei Produkten der Hochmüllerei äußerst selten sind, aber Bruchstücke von Haaren, ja selbst kurze ganze Haare habe ich in dem feinsten pester Kaisermehl gefunden. Die Abwesenheit der meisten Schalenteile erklärt sich bei der Hochmüllerei selbstverständlich aus dem sorgfältigen Putzen der Griese.

Berthold sagt aber selber, dass die feinsten Mehle wol nie verfälscht werden (wir wollen hinzufügen: auch wol nie zur Verfälschung benutzt werden) und dass deshalb dieser Fall in der Praxis ganz außer betracht kommt.

Ich habe aber nun, um dem Einwande der Praktiker zu begegnen, dass das Aufsuchen der Haare so langwierig sei, noch eine neue Methode gefunden, um Weizenmehl im Roggenmehl zu erkennen.

Sie gründet sich auf die verschiedene Verkleisterungs-Temperatur von Weizen- und Roggenstärkekörnern und ist das Verfahren folgendes:

Man wiegt 1 g des zu prüfenden Mehles ab, fügt langsam, unter öfteren Umrühren 50 ccm (50 g) Wasser hinzu und erwärmt den Brei im Wasserbade langsam auf 62 1/2 Grad Celsius (genau!). Am besten ist's, das fragliche Mehl resp. die Mehle in einem dünnwandigen Becherglase (Preis 20 bis 30 Pfg.) mittelst eines Eisen- oder dergleichen Drates in einem größeren Becherglase voll Wasser aufzuhängen. Das große Becherglas setzt man auf einen Dreifuß, auf welchem ein Messingdrat-Netz liegt und erwärmt über Spiritus, Gas oder dergleichen (Fig. 24). Selbstverständlich muss man öfter umrühren und benutzt man als Rührstab am zweckmäßigsten ein ganz aus Glas gefertigtes, zilindrisches sog. chemisches Thermometer, das man während der ganzen Dauer des Versuches in dem kleinen Becherglase stehen lässt, um genau die Temperatur beobachten zu können. Ist das Quecksilber im Thermometer auf 60, höchstens 61 Grad gestiegen, so

lösche man die Flamme aus, das heiße Wasser im großen Becherglase und selbst die Wand des kleines Becherglases geben noch so viel Hitze ab, dass das Thermometer im kleinen Glase nach einigen Minuten bis auf 62 $^1/_2$ Grad Celsius (50 Grad Reaumur) steigt. Alsdann nehme man sofort das kleine Becherglas heraus und tauche es in kaltes Wasser oder umwickele es mit einem Tuch, das man vorher in kaltes Wasser getaucht, damit die Temperatur nicht noch höher steige, und die Probe ist nun zur mikroskopischen Untersuchung fertig.

Die Roggenstärkekörner*) sind bei der Temperatur von 62 $^1/_2$ ° C fast sämmtlich aufgequollen, die meisten schon geplatzt und alle haben ihre Form, die ursprünglich linsenförmig war, zum Teil ins Unkenntliche verändert; nur einzelne sind noch ziemlich intakt geblieben (siehe Fig. 19 im Vergleich mit Fig. 20). Ganz anders die Weizenstärkekörner. Diese sind zum größten Teil noch fast ganz unverändert, sie sind noch so stark lichtbrechend wie normale Stärkekörner und zeigen deshalb unter dem Mikroskop sehr scharfe, schwarze Ränder, während die Roggenstärkekörner, selbst wenn sie ihre kreisrunde, linsenförmige Gestalt noch behalten haben, meist von weichen Umrisslinien begrenzt sind. — Einzelne Weizenstärkekörner sind allerdings auch schon stark gequollen und zeigen deutliche Schichtung, wie umgekehrt einzelne Roggenstärkekörner auch unverändert bleiben; allein das sind Ausnahmen. Im allgemeinen bietet reines Roggenmehl auf 62 $^1/_2$ ° C mit Wasser erwärmt unter dem Mikroskop also ein Bild von aufgesprungenen, halb verkleisterten, sackartigen, weichen Stärkekörnern, Weizenmehl dagegen von runden, meist noch wol erhaltenen Körnern. (Noch besser erhalten sind sie, wenn man die Temperatur nur bis auf 60 ° C steigen lässt; allein dann sind auch manche Roggenstärkekörner noch unverändert).

Bei einem Versuche mit reinem Roggenmehl und reinem Weizenmehl wird man den Unterschied sofort wahrnehmen und dann auch bald in Gemengen von Roggen- und Weizenmehl die Weizenstärkekörner heraus finden. Ein Zusatz von 5 % Weizenmehl Nr. 0—2 zu Roggenmehl Nr. 0 und 0/1 ꝛc. konnte auf diese Weise noch sehr deutlich erkannt werden. Mit Weizenmehl aus ungarischem Weizen, überhaupt aus härterem Weizen, gelingt, wie

---

*) Etwaige Klümpchen, die trotz alles Rührens beim Roggen oft sich finden, bleiben unberücksichtigt.

bis jetzt meine Erfahrungen lehrten, der Versuch fast noch besser; indes auch jedes gewöhnliche Weizenmehl zeigt die erwähnte Erscheinung deutlich.

Wie aber gesagt, einige Roggenstärkekörner verkleistern bei 62 $^1/_2$ ^{0} C auch noch nicht, selbst noch nicht bei 70 ^{0} C, was man gewöhnlich als allgemeine Verkleisterungs-Temperatur ansieht; ja sogar bei 90 ^{0} C — 95 ^{0} C sieht man einzelne noch nicht aufgesprungen, was auch beim Weizen der Fall ist. Man muss sich eben nach der großen Mehrzahl richten.

Am besten ist es, wenn man 3 Proben auf einmal untersucht (Fig. 24): 1) notorisch reines Weizenmehl; 2) desgl. Roggenmehl; 3) die verdächtige Probe. Man wähle dann selbstverständlich ein größeres Becherglas und hänge die 3 kleinen Bechergläser mittelst Dratschlingen hinein, event. lasse man sich aus Holz, Blech 2c. eine Art Deckel auf das große Becherglas machen, in welchem 3 kreisrunde Ausschnitte für die kleinen Gläser sind.

Herr Direktor van den Wyngaert hat eine für die Praxis sehr zweckmäßige Verbesserung dieser Methode ersonnen. Anstatt des leicht zerbrechlicheu Thermometers, bei dem auch das Ablesen der Temperatur von 62 $^1/_2$ ^{0} einige Aufmerksamkeit erfordert, hängt er ein Reagensglas mit chemisch reiner Palmitinsäure hinein. Diese schmilzt genau bei 62 ^{0} C und hat man also nur nötig, wenn sie zu schmelzen beginnt, die Bechergläser herauszunehmen.

Hat man keine so feine Wage, um 1 g Mehl abwiegen zu können, so kann man auch größere Quantitäten, 5 g, 10 g, 15 g 2c. nehmen, muss darnach aber natürlich auch die Wassermenge und die Gefäße vergrößern. Auch kann man statt des großen Becherglases einen größeren Kochtopf und statt der kleinen Bechergläser kleinere Kochtöpfe (am besten eiserne) nehmen; nur müssen die Wandstärken und überhaupt die Größen der kleinen Töpfe gleich sein, wenn man mehrere Versuche zugleich machen will. Je größer das große Gefäß (für das Wasserbad) ist, desto besser, denn um so konstanter ist die Temperatur. Auch ist es notwendig, dass sämmtliche Mehle vorher an einem trocknen Orte etwas gelegen haben, mindestens 24 Stunden, im Winter im warmen Zimmer, damit der Feuchtigkeitsgehalt ein normaler, möglichst gleicher sei.

Der Versuch gelingt selbst, wenn man eine beliebige Menge Mehl, etwa eine Messerspitze voll, in eine beliebige Menge Wasser, etwa 50—80—100 ccm bringt, doch empfehle ich für gerichtliche Untersuchungen die oben angegebenen Mengen genau zu nehmen.

Selbstverständlich hängt das Quellen der Roggenstärkekörner auch vom Barometerstande ab, so gut wie der Siedepunkt des Wassers. An Orten, die hoch über der Meeresoberfläche, im Gebirge liegen, wird man den Barometerstand also mit berücksichtigen müssen; für gewöhnlich hat man das nicht nötig.

Man kann auch, nachdem man einen Teil des auf 62 $^1/_2$ ^{0}C erwärmten, gut umgerührten, dünnen Mehlbreies zur Untersuchung abgegossen, weiter erhitzen bis auf 90 ^{0}C oder selbst 95 ^{0}C (höher bringt man es es im Wasserbad selten); dann ist die Roggenstärke sämmtlich verkleistert und gelöst, während von der Weizenstärke noch einige Körner ungelöst geblieben, doch möchte ich das nur etwa zur Kontrolle noch empfehlen.

Alles Gesagte bezieht sich auf die Großkörner der Stärke; die Kleinkörner sind bei 62 $^1/_2$ ^{0}C oft nur wenig gequollen; sie kommen aber wegen ihrer Kleinheit überhaupt nicht in betracht.

In den meisten Handbüchern der Technologie 2c. findet man eine ältere Angabe von Lippmann*) über die Verkleisterungstemperaturen verschiedener Stärkearten reproduzirt. Darnach soll Roggenstärke bei 50 ^{0}C beginnen zu verkleistern und bei 55 ^{0}C vollständig verkleistert sein, Weizenstärke bei 65 ^{0}C beginnen und bei 67,5 ^{0}C die Verkleisterung beendet haben. Diese Zahlen, die wie es scheint, seit 20 Jahren aus einem Buche in's andere übernommen sind, ohne daß jemand sich die Mühe gegeben, sie einmal zu kontrolliren, kann ich für Mehle von Roggen nicht bestätigen. Der Beginn der Verkleisterung ist für Roggenmehl 60 ^{0}, für Weizen allerdings 65 ^{0}C (doch verkleistern einzelne Stärkekörner des letzteren wie erwähnt, schon bei 62 $^1/_2$ ^{0}C).

Das Erwärmen auf 62 $^1/_2$ ^{0}C im Wasserbade bietet aber noch andere Vorteile. Zunächst sieht man während des Kochens bei reinem Weizenmehl einen deutlichen weißen Schaum (geronnenes Caseïn, Käsestoff?) auf der Oberfläche auftreten, der bei reinem Roggen viel weniger, bei Gemischen mittelstark sich zeigt. Ferner gewahrt man beim Zugießen des Wassers zur trocknen Mehlprobe, wenn man mit einem Glasstabe 2c. umrührt, daß reines Roggenmehl einen viel klebrigeren, so zu sagen schmierigeren Brei bildet, sich oft zu Klumpen ballt 2c., so daß es schwer fein verteilt zu erhalten ist. Ganz anders Weizenmehl. Hier sinken die einzelnen

---

*) Chem. Centralblatt 1861. S. 859.

Stärkekörner, resp. Mehlpartikelchen sofort zu Boden und lassen sich leicht im Wasser verteilen. Gemische halten die Mitte.

Nach dem Erkalten setze man die Bechergläser einige Zeit hin und beobachte nach einigen Stunden die über dem Bodensatz stehende Flüssigkeit. Sie ist bei Roggenmehl trübe, undurchsichtig, fast wie Molke erscheinend, bei Weizenmehl fast wasserklar, wenigstens durchscheinend, bei Gemengen von Roggen- und Weizenmehl nicht so undurchsichtig wie beim Roggen.

Alle diese letzteren Merkmale sind freilich von untergeordneterer Natur, aber sie geben dem Praktiker immerhin schon einen Anhalt.

Das Wichtigste ist aber, dass man bei diesem Erwärmen die meisten der Haare an die Oberfläche des Wassers gebracht hat und dass auch manche der Kleienteilchen oben schwimmen. Man braucht nur etwas von dem Schaum auf den Objektträger zu bringen und findet dann meist nach einigem Suchen die Haare resp. Kleienteile vor. (Einige Haare finden sich auch in dem unteren Teile, im Bodensatz.) Setzt man etwas schwefelsaures Anilin zu, so färben sich die Weizenhaare, wie oben S. 34 gesagt, stark gelb und man findet sie dann noch leichter. Sollte das schwefelsaure Anilin nicht deutlich färben, so setze man noch ein wenig verdünnte Schwefelsäure, d. h. einen Tropfen, zu dem Präparat, das man betrachtet, indem man den Tropfen an den Rand des Deckglases bringt, welches man auf das Präparat gedeckt hat. Schwefelsaures Anilin färbt eigentlich nur in saurer Lösung; doch ist meist der Zusatz von Schwefelsäure überflüssig.

[Es sei hier gestattet einzuschalten, dass man beim Untersuchen von Mehl unter dem Mikroskop stets nur eine ganz geringe Menge nehmen darf, da man sonst, so zu sagen, den Wald vor Bäumen nicht sieht. Man thue das Mehl in einen Wassertropfen, den man auf eine schmale Glasplatte, sog. Objektträger (bei jedem Optiker zu bekommen) gebracht, verteile es fein in dem Wassertropfen, decke ein ganz dünnes kleines Gläschen darauf (ein sog. Deckglas) so dass der jetzt flache Tropfen bedeckt ist und schiebe es nun unter das Mikroskop. Es empfiehlt sich durchaus nicht, das Mehl trocken zu betrachten, wie man überhaupt fast alles unter dem Mikroskop in einer Flüssigkeit liegend betrachtet. — Selbstverständlich ist bei dem auf 62 $^1/_2$ ^{0}C erwärmten dünnen Mehlbrei und Kleister ein weiterer Wasserzusatz nicht nötig, man nimmt eben mit einem Glasstabe, nachdem man umgerührt, einen Tropfen des dünnen Kleisters heraus].

Außer den Haaren findet man nun nach der teilweisen Verkleisterung auch noch Bruchstücke der Schale und kann diese auch darauf prüfen, ob sie von Weizen oder von Roggen herrühren. Wie schon im I. Teil, S. 16 gesagt ist, unterscheidet sich die Weizenschale von der Roggenschale dadurch, daſs die Querzellen oder Gürtelzellen oft viel länger und stets viel deutlicher rosenkranzförmig verdickt sind als beim Roggen, (siehe Fig. 6 u. 7).

Sind sie mitunter auch nicht länger als die des Roggens*), so sind sie dafür dann meist etwas schmäler. Außerdem sind die Roggen-Querzellen, wie erwähnt, oft an den Enden außerordentlich dickwandig, während die Querzellen des Weizens gerade dort dünnwandig sind. Die Roggen-Querzellen (siehe Fig. 6 u. 7, d u. d[1]) schließen an den Enden auch nicht so dicht aneinander; es bleiben kleine, sich leicht mit Luft füllende und unter dem Mikroskop dann schwarz aussehende sog. Intercellularräume, Zwischenzellenräume, frei; ferner ist die Wand nach innen nicht so scharf abgegrenzt, wie beim Weizen. Die Ursache davon ist schon oben, S. 16, angegeben.

Ein weiterer Unterschied ist der, daſs die Längs- und Querzellen der Roggenschale sich auf Zusatz eines Tropfens schwefelsauren Anilins viel intensiver gelb färben als die betreffenden Partien der Weizenschale. Schon dem blosen Auge machen sich auf dem Objektträger dann die fast goldgelben oder wenigstens intensiv strohgelben Schalenpartikelchen des Roggens bemerkbar. Ferner sind die Kleberzellen des Roggens, wie oben erwähnt, kleiner als die des Weizens und ebenso meistens die Kleberkörnchen.

Von allen Schalenpartien sind es aber, wie bereits bemerkt, die Querzellen, die den besten Anhalt geben. Man bekommt sie natürlich oft nicht in ihrer ganzen Länge, aber schon das kleinste Bruchstück weist die außerordentlich starke perlschnur- oder rosenkranzförmige Verdickung bei Weizenkleie auf. Die Querzellen des Weizens sind 114—192 Mkm lang und die des Roggens nur 72—90 Mkm, die Wanddicke beträgt bei ersterem 5,8—8,7 Mkm bei letzterem nur 3,5—5,0 Mkm.

Dieser Unterschied war zum Teil schon bekannt; auf die

---

*) Dies ist z. B. der Fall beim Einkorn, Triticum monococcum Fig. 25, wo auch die poröse Verdickung sehr undeutlich ist, so daſs die Querzellen sehr denen des Roggens ähnlich. Ich fand dies bereits 1874, habe es aber nicht veröffentlicht und erst Berthold hat, wie bereits S. 16 erwähnt, auf die roggenähnlichen Querzellen des Einkorns hingewiesen.

Verschiedenheit der Haare war aber früher nicht hingewiesen und doch ist er so schlagend.

Franz v. Höhnel hat noch einen Unterschied gefunden in der Größe der sog. Kleberkörner; allein ich halte es, wie oben S. 17 gesagt, für zu unsicher, darnach eine Entscheidung zu treffen. Beim Roggen sind sie nach ihm 1,5—2 Mkm, beim Weizen 3 Mkm und selbst darüber. Ich habe aber auch beim Roggen so große Kleberkörner gefunden; überhaupt ist es schwierig zu sagen, ob man ein einzelnes Kleberkorn vor sich habe oder zwei zusammengeklebte, da ihre Form nicht konstant ist und sie häufig von Fett umgeben sind. Um die Kleberkörner von den z. T. eben so kleinen Kleinkörnern der Stärke zu unterscheiden, muss man ein wenig Mehl *ohne* Wasser auf dem Objektträger fein verteilen und dann *alkoholische* Jodlösung zusetzen, keine wässerige. Dann werden die Kleberkörner gelbbraun, die Stärkekörner bleiben farblos. Erst nach einiger Zeit, wenn der Spiritus aus der Luft Wasser angezogen, färben sich die Stärkekörner blau*), dann ist aber das Auffinden der Kleberkörner schwieriger.

Dass auch die ganzen Kleber*zellen* beim Weizen größer sind als beim Roggen, ist schon *im 1. Teil* erwähnt. In gröberen Mehlen kann man auch diesen Umstand mit benutzen, ja selbst bei feinen trifft man Kleberzellen mitunter an.

Ueberblicken wir alles auf die Schale Bezügliche, so ergeben sich folgende Unterschiede:

	bei Weizen		bei Roggen	
1. Dicke der Schale (nur im Querschnitt des Korns messbar)	43—50 Mkm.		31— 40 Mkm.	
2. Epidermiszellen der Fruchtschale (d. h. äußere Längszellen der Kleie)				
lang	116—160	„	136—400	„
breit	20-- 28	„	26— 32	„
ihre Wandung dick	5_{8},— $6_{,0}$	„	$4_{,3}$— $5_{,8}$	„
die poröse Tüpfelung ist	sehr dicht		weniger dicht	
3. Die Querzellen od. Gürtelzellen sind				

*) Stärke färbt sich mit Jod nur blau, wenn Wasser zugegen ist.

	bei Weizen	bei Roggen
lang	114—192 Mkm	72— 90 Mkm
breit	14— 17 „	11— 14 „
ihre Wandung dick	$5_{,8}$— $8_{,7}$ „	$3_{,3}$— $5_{,0}$ „
die poröse Tüpfelung ist	sehr dicht und sehr deutlich	weniger dicht oft undeutlich
4. Die meisten 5—6 eckigen Kleberzellen haben einen Durchmesser von	40— 48 „	32—36 „
die rechteckigen Kleberzellen sind lang	56—72 „	40— 64 „
breit	32—40 „	23— 40 „

Um die einzelnen Gewebselemente, nach denen man Roggenmehl von Weizenmehl unterscheiden kann, leichter aufzufinden, sind noch verschiedene andere Wege vorgeschlagen. Ich selbst habe bisher empfohlen das Mehl in einer ganz kleinen Probe direkt auf dem Objektträger zu verkleistern, oder die Stärkekörner durch etwas Kali- oder Natronlauge zum Aufquellen zu bringen. Selbstverständlich meinte ich dabei äußerst verdünnte Lauge und ich möchte das noch besonders hervorheben, da sonst die Haare ꝛc. zu sehr quellen und vielleicht dadurch bei Roggenhaaren das Lumen enger erscheinen könnte. Ich möchte jetzt lieber auf den Laugenzusatz ganz verzichten, nachdem ich, wie oben geschildert, ein einfaches Verfahren in dem Erwärmen auf 62 ½ ° C gefunden habe. — Ch. Steenbusch*) empfiehlt das Mehl zu verkleistern, dann durch Diastase die Stärke in Dextrin und Maltose (Malzzucker) umzuwandeln und die Lösung abzugießen. Der Bodensatz enthält dann die Schalenteilchen und die Eiweißstoffe, welche letztere durch verdünnte Natronlauge entfernt werden. Sein Verfahren ist im speziellen wie folgt:

10 g des zu untersuchenden Mehles werden mit 30—40 g destillirten Wassers zu einem homogenen Brei gerührt, in ein Becherglas gebracht und etwa 150 g kochendes destillirtes Wasser, unter Umrühren mit dem Thermometer, zugesetzt. Hierdurch wird die Kleisterbildung eintreten, indem die Temperatur auf 75—80 ° C steigt.

Vorher hat man sich einen Malzauszug bereitet, indem man

*) Berichte der deutsch. chem. Ges. XIV, 2449.

20 g gemahlenes Malz 1 Stunde mit 200 g kaltem Wasser unter mehrmaligem Schütteln hinsetzt und durch ein doppeltes Filter filtrirt.

Man lässt nun den Kleister auf 55 °—60 ° C erkalten und fügt 30 g von dem filtrirten klaren Malzauszug hinzu, rührt um, stellt das Becherglas auf eine Wasserbad und hält die Temperatur 10 Minuten auf 55 ° — 60 ° C (Verzuckerungs-Temperatur). — Das Gemisch wird dann in eine größere Wassermenge geschüttet, die Flüssigkeit, das Wasser, einige Male abgegossen und zuletzt wird mit 1prozentiger Natronlauge (ja nicht stärkerer) übergossen, umgeschüttelt und einige Zeit bei 40—50 °C stehen gelassen. Durch die Natronlauge werden die Eiweißkörper (Kleber) gelöst, die eine gelbe Farbe dabei annehmen. Dann wird das Ganze wider in eine größere Wassermenge geschüttet und der ausgeschiedene Bodensatz enthält nun mit Ausnahme der Stärke und Eiweißkörper alle Gewebselemente in unveränderter Form. —

Ich kann diese Methode nicht anwenden, weil ich den größten Wert auf die Unterschiede in den Haaren lege. Das Malz hat aber auch zahlreiche Haare, die trotz eines doppelten Filters mit hineinkommen und so zu Verwechselungen Veranlassung geben. Ich habe einmal selbst einige Epidermiszellen der Gerstenspelze bei diesem Verfahren in dem Rückstande gefunden.

Viel einfacher ist das Kochen des Mehles während einiger Stunden mit sehr verdünnter Salzsäure, wodurch die Stärkekörner zerstört und z. Th. in löslichen, durchsichtigen Zucker übergeführt werden*) Die zurückbleibenden festen Bestandteile enthalten nun die Schalenteilchen und die Haare, doch ist darauf Rücksicht zu nehmen, dass meistens alles etwas durch das Kochen mit Säuren quillt.

Statt Salzsäure kann man auch Schwefelsäure verwenden oder, wie das neuerdings behufs genauer Bestimmung der Stärke geschieht, Milchsäure. (Es hat sich nämlich gezeigt, daß Salz- oder Schwefelsäure einen Theil der Zellwände, nicht blos die Stärke, mit in Zucker umwandeln und man dann zu hohe Zahlen für den Stärkegehalt erhält). Ueber diese verschiedenen Methoden zur Aufschließung der Stärke behufs Umwandlung derselben in Zucker

---

*) Eine vollständige Verzuckerung erfolgt nur im zugeschmolzenen Rohr; da es aber uns nicht auf die Bestimmung des Zuckers, sondern nur auf Zerstörung der Stärke ankommt, so genügt ein mehrstündiges Kochen im offnen Becherglase oder dergl.

spricht ausführlich Märcker in seinem Handbuch der Spiritusfabrikation 3. Aufl., 1883, S. 103 u. flgde. u. S. 113.

Ganz neuerdings hat Dozent Kiaerskow*) in Kopenhagen ein anderes Verfahren eingeschlagen, um die Gewebselemente im Mehl zu isoliren. Er benutzt Ritthausen's Angabe, daß $^1/_{1000}$ Kalilösung die Eiweißkörper auflöse und lässt das Mehl mit einer reichlichen Menge dieser Lösung 24 Stunden stehen. Die über dem Bodensatz sich dann befindende Flüssigkeit wird mittelst eines Hebers entfernt, und eine solche Menge reines Wasser wider hinzugegossen, dass sie der erstangewendeten Menge Kalilösung gleich kommt. Man rührt oder schüttelt stark um und gießt die Masse in ein trichterförmiges Schlemmglas (Spitzglas, Champagnerglas). Nach einiger Zeit sondern sich die verschiedenen Teile des Mehles in der Weise, dass zu unterst eine kreideweiße Schicht liegt, die ausschließlich aus Stärkemehl besteht und zwar aus den größten linsenförmigen Körnern. Darauf folgt eine gleich dicke Lage einer Mischung von Schalenteilen, anderen Gewebselementen und Stärkekörnern, vorzugsweise kleinen, gemengt mit wenigen großen; und endlich zu oberst findet sich eine dünnere Schicht von den kleinsten Stärkekörnern. Durch Ausgießen war es leicht (? D. V.) diese verschiedenen Lagen von einander zu trennen und durch eine letzte Schlemmung der schalenführenden Schicht gelingt es, eine so reichliche Menge Schalenteile in jeder Probe, die man unter das Mikroskop bringt, zu erhalten, dass man darauf hin ein entscheidendes Urteil über die Art des Mehles abgeben kann.

Beiläufig sei hier bemerkt, daß diese Untersuchungen Kiaerskow's veranlasst wurden durch einen Streit dänischer Mehlhändler mit der schwedischen Zollbehörde, die da behauptet hatte, auf Grund eines Gutachtens ihres chemischen Konsulenten, Apotheker Waller in Stockholm, in dem betreffenden Roggenmehl sei Weizenmehl (Roggenmehl ist in Schweden zollfrei, Weizenmehl zollpflichtig).

Wie man aus allen obigen Methoden sieht, haben sie sämmtlich den Zweck, die Schalenreste zu isoliren, um diese bequemer untersuchen zu können. Neue Erkennungszeichen geben sie nicht an, während die hier angegebene Methode: Erwärmen des Mehls mit der 50fachen Menge Wasser auf $62^1/_2$ ° C, Beobachten des Quellungszustandes der Stärkekörner und Unter-

---

*) In Meddelelser fra den Botaniske Forening i Kjöbenhavn, N. 1, Sept. 1882, S. 9.

suchen der Haare wie der Schalenteile zugleich weitere Erkennungsmerkmale darbietet.

In der allerletzten Zeit hat W. H. Symons*) empfohlen die verschiedenen Stärkearten durch das Aufquellen in Aetznatronlösungen (Seifenstein-Lösungen) von verschiedener Konzentration zu unterscheiden. Nach ihm nimmt man je 0,1 g Stärke, thut 1 ccm der verschieden starken Lösungen hinzu, lässt 10 Minuten unter öfterem Umschütteln stehen und betrachtet dann die Stärkekörner (1 Tropfen der Flüssigkeit) unter dem Mikroskop. Er gibt eine Tabelle, aus der ich folgende Zahlen entlehne:

	Wenige Stärke-Körner gequollen in einer Lösung von	Die Mehrzahl gequollen in einer Lösung von	Alle gequollen in einer Lösung von
Kartoff.	0,6 % Natronlauge**)	0,7 % Natr.	0,8 % Natronlauge
Hafer	0,6 "	0,8 "	1 "
Weizen	0,7 "	0,9 "	1 "
Mais	0,8 "	1,0 "	1,1 "
Reis	1,0 "	1,1 "	1,3 "

Für Roggen gibt er keine Zahlen an. Ich habe seine Methode widerholt versucht und im allgemeinen sie als richtig befunden, doch ist die Menge Natronlauge zu gering; ich habe die dreifache Menge genommen. Ferner habe ich gefunden, dass die Roggenstärkekörner in einer etwas weniger konzentrirten Lösung quellen als die Weizenstärkekörner, wie sich das nach der oben mitgeteilten niedrigeren Verkleisterungstemperatur auch erwarten ließ. Bei Anwendung einer 0,9 %igen Natronlauge sind fast alle Roggenkörner gequollen, die Weizenkörner noch nicht alle; bei Gemengen von Roggen- und Weizenmehl war aber das Ergebnis nicht recht schlagend, so dass ich einstweilen dieser Methode für die Praxis noch nicht das Wort reden kann. Die Unterschiede des Aufquellens sind beim Erwärmen mit Wasser auf 62 ½ ° C zwischen beiden Stärkearten viel größer; auch in Mehl-Gemengen. —

Man sollte nun eigentlich meinen, der einfachste Weg, um Weizenmehl im Roggenmehl zu erkennen, müsste das Auswaschen

---

*) The Pharmaceut. Journal and Transact. 3 ser., Nr. 638 p. 237 Daraus in Archiv f. Pharmacie, Bd. 221 (1883), S. 73 und in Biedermann's Centralblatt f. Agrik. Chemie XII, 571.

**) D. h. 0,6 % chemisch reines Aetznatron auf 99,4 % destillirtes Wasser.

des Klebers sein. Der Kleber des Roggenmehles lässt sich bekanntlich nicht auswaschen, während beim Weizen das meistens der Fall ist. Allein seltsamer Weise lässt sich aus Gemengen von Weizenmehl mit 80 % Roggenmehl, oder, was dasselbe ist, aus Gemengen von 80 % Roggenmehl mit 20 % Weizenmehl der Kleber des Weizens durch Auswaschen nicht gewinnen, wenn auch das betreffende Weizenmehl für sich ausgewaschen, sehr reichlichen und guten zähen Kleber liefert. Ja noch mehr, mein Assistent, Hr. Julius Eichler, fand, dass, wenn man frisch ausgewaschenen Weizenkleber in kleinen Partien mit Roggenmehl vermengt und dies Gemenge nun auswäscht, man den hinzugefügten Kleber nicht wider erhält. Es scheint demnach fast, als wenn im Roggenmehl ein Ferment enthalten ist, welches den Kleber auflöst, resp. seine Zähigkeit vermindert. Augenblicklich noch mit der Untersuchung dieser merkwürdigen Erscheinung beschäftigt, kann ich noch keine definitive Auskunft geben.

Kurze Zusammenfassung: Um Weizenmehl im Roggenmehl zu erkennen, erhitze man 1 Teil Mehl mit 50 Teilen Wasser auf 62 ½ ° C und beobachte nun unter dem Mikroskop ob noch zahlreiche Stärkekörner nicht zerplatzt, nicht verkleistert sind, ferner ob dickwandige Haare mit einem Lumen, das enger ist als die Wand dick (oder deren Bruchstücke), und endlich ob stark porös verdickte Querzellen in der Kleie vorhanden sind. Ein Zusatz von schwefelsaurem Anilin färbt die Haare intensiv gelb, so dass man sie besser sieht.

Anmerkung: Mehl vom sog. englischen rauhen Weizen (Triticum turgidum) lässt sich von dem des gewöhnlichen Weizens nicht sicher mikroskopisch unterscheiden. Siehe S. 61.

b. Die Erkennung von Roggenmehl im Weizenmehl.

Dieser Nachweis ist weit leichter als im umgekehrten, bisher geschilderten Fall. Man findet, wenn Roggenmehl zugesetzt ist, eine Menge Stärkekörner mit kreuzweisen oder strahligen Sprüngen im Zentrum, ferner sind, wie erwähnt, die Roggenstärkekörner im Maximum weit größer und wenn man Körner von 42—52 Mikromillimeter Durchmesser findet, so kann man sicher behaupten, dass Roggenmehl beigemengt. Außerdem leiten natürlich wider die Haare und die Querzellen, auch die größeren Längszellen (vergl. Fig. 4 u. 5).

c. Erkennung von Reismehl oder Reisstärke im Weizenmehl.

Obwol selten wol Reismehl als solches dem Weizen zugesetzt wird, kommt es doch öfter vor, dass man die Abfälle aus den Reisstärkefabriken dem Weizenmehl beimengt. Der mikroskopische Nachweis hat keine Schwierigkeit, denn die Reisstärke besteht aus zusammengesetzten Stärkekörnern von ovaler, kugeliger oder eckiger Form, Fig. 26. Im Mehl kommen allerdings meist nur die Bruchstücke derselben vor, öfter aber doch noch in ziemlicher Größe, ja im Reismehl findet man oft noch ganze zusammenhängende Stärkeklumpen, sog. Stärkekörper, Fig. 27, da die Stärkekörner in den Zellen eng aneinander gelagert sind und sich nicht leicht von einander trennen. Die einzelnen Teilkörner, Fig. 28, sind scharf vieleckig, 3—7 oder 8, selten bis 10 Mkm im Durchmesser.

Karakteristisch ist auch die eigentliche Schale des Reises, das sog. Silberhäutchen; dieselbe ist außerordentlich dünn, da sie von den derben mit Kieselhöckern (Fig. 29) besetzten Spelzen, den sog. Reisschalen genügend Schutz erhält. Die Längs- und Querzellen sind zart, die Farbstoffschicht tritt aber viel deutlicher als beim Weizen und Roggen hervor und zeigt sich als aus meist eckigen längsgestreckten Zellen bestehend (Fig. 30, f).

Mitunter findet man auch noch einzelne Teile der Reisspelzen, welche sich in der Flächenansicht (Fig. 31) durch ihre außerordentlich in die Breite gezogenen kurzen, höckerigen stark verkieselten Oberhautzellen (e, Fig. 29 im Querschnitt, Fig. 30 Flächenansicht) auszeichnen, die mit langen seitlichen Fortsätzen versehen sind, welche zackig in einander greifen. Unter ihnen liegen langgestreckte sog. Unterhaut- oder Hypodermazellen (hp, Fig. 29) mit kleinen Fortsätzen, welche in kleine Löcher der Oberhaut eingefugt sind.

Durch diese breiten zackigen Epidermiszellen unterscheiden sich auch die Reisspelzen von Hafer- und Gerstenspelzen, worüber ich Näheres in „Landw. Presse" 1882, Nr. 54, S. 328, mitgetheilt habe, auch abgedruckt in „Verhandlungen des botanische Vereins der Provinz Brandenburg XXIV, Nr. 1". Ueber den komplizirten Bau der Reisspelze, siehe von Höhnel in Haberland Wiss. und praktische Untersuchungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues I, Wien 1875, Seite 149 u. flgde.

d. Erkennung von Hafermehl in Roggen- oder Weizenmehl.

Der Hafer hat zusammengesetzte Stärkekörner (Fig. 32 u. 33) wie der Reis und auch einfache, letztere bilden die Grundsubstanz, in der die ovalen oder rundlichen zusammengesetzten eingebettet sind; die Teilkörner a sind denen des Reises ähnlich, nur etwas kleiner, 3—7 meist 5 Mkm. Dem Hafer fehlen in der Schale die Querzellen; reichlich treten in seinem Mehl sehr lange dickwandige Haare auf. (Fig. 34), auch öfter Teile der Spelzen, welche durch eine feinwellige Umgrenzung der Oberhaut- oder Epidermiszellen karakterisirt sind (Fig. 35, e). Außerdem findet man zwischen den langen Epidermiszellen kurze kreisrunde oder ringförmige sog. „Kurzzellen", die stark verkieselt und daher stark lichtbrechend sind (Siehe obige Abhandlung in der landw. Presse).

e. Erkennung von Maismehl im Roggen- oder Weizenmehl.

Diese Unterscheidung ist außerordentlich leicht, denn der Mais hat einfache, große 5—6eckige oder rundlicheckige Stärkekörner von 8—30, meist 16—22 Mkm. Durchmesser, mit einer großen, oft strahligen Kernhöhle. Im äußeren Theile des Maiskorns liegen die Stärkekörner sehr eng aneinander, sie sind daher scharfkantig; es ist keine Luft, oder doch nur wenig, zwischen ihnen, daher sieht die äußere Partie des Korns mehr oder weniger glasig aus. Im Innern liegen sie lockerer, sind etwas rundlicher und infolge der eingelagerten Luft sieht dieser Teil weißer aus. Querzellen fehlen dem Mais, wie dem Hafer; die dicke Schale besteht nur aus Längszellen (Fig. 36, l, Fig. 37), deren innerste den Farbstoff (gelb oder rot) enthalten. Bei schwarzblauem Mais sind merkwürdiger Weise die Kleberzellen schwarzblau gefärbt, wie Prof. Körnicke zuerst beobachtete, (Verhandlg. des naturhist. Vereins der preuß. Rheinlande und Westfalen, S. XXIX, 1872. Sitzungsbericht S. 67.)

f. Erkennung von Gerstenmehl im Roggenmehl.

Es ist leider, namentlich in Graupenfabriken, öfter üblich, die Gerstenabfälle gemahlen dem Roggenmehl beizumengen. Dies erkennt man aber sehr gut an den nie fehlenden Teilen der Spelzen, die ähnlich wie beim Hafer gestaltet sind, nur etwas kleinere Epidermiszellen haben (Fig. 38). Am leichtesten findet man diese Zellen, wenn man eine kleine Probe Mehl auf dem Objektträger verkleistert, oder etwas Kali- oder Natronlauge zusetzt. Im letzteren Falle färben sich die wellig konturirten, dickwandigen Epidermis-

zellen stark gelb, ebenso mit schwefelsaurem Anilin. Phloroglucin färbt sie nach vorherigem Zusatz von etwas Salzsäure schön rot. (Phloroglucin ist aber sehr teuer, man kann, wenn man überhaupt den Versuch machen will, statt dessen eine Abkochung von Kirschbaumholz in Wasser nehmen).

Sehr leicht ist auch der Nachweis des Gerstenmehls durch die Asche. Man verbrenne eine kleine Menge des verdächtigen Mehles auf einem kleinen Platinblech, dann wird man bei Gerstenmehl unter dem Mikroskope nach Zusatz von Salzsäure die welligen Epidermiszellen in der Asche noch fast unversehrt wider finden, denn sie sind stark verkieselt und daher unverbrennlich. Außerdem sieht man auch die anderen Teile der Spelze dann oft noch deutlich, namentlich die Gefäßbündel (die Adern oder Nerven der Spelze) und große, kegelförmige Haare. Franz v. Höhnel hat das sehr hübsch in seinem angeführten Werke: Die Stärke ꝛc., S. 91 dargestellt. Ein weiterer Unterschied liegt in den Kleberzellen; diese sind bei der Gerste in 2 oder 3 Reihen hintereinander gelagert, bei allen übrigen Getreidearten nur in einer Reihe. Da dies aber nur auf dem Querschnitt (Fig. 39) ersichtlich und man im Mehl keine Querschnitte durch das Korn, sondern gewissermaßen Flächenschnitte erhält, so hat dieser wichtige Unterschied in diesem Falle keinen großen Wert. In andern Fällen ist er mit eins der besten Erkennungszeichen. So habe ich dadurch und überhaupt durch die Schale und die ihr anhängenden Theile nachweisen können, daß einige bisher als Weizen bestimmte Körner aus ägyptischen Mumiengräbern Gerste sind*).

Die Stärkekörner der Gerste sind in ihren Maximaldimensionen kleiner als die vom Roggen und selbst vom Weizen, sie sind höchstens 28—30 Mkm im Durchmesser (ein einziges Mal fand ich eins von 34 Mkm), die meisten sind 22 Mkm groß, der Durchmesser sinkt aber bis 10 Mkm abwärts (bei den Großkörnern). Im Uebrigen sind diese Großkörner linsenförmig wie beim Roggen und Weizen, auch finden sich dieselben Kleinkörner vor, was auch nicht auffallen kann, da Weizen, Roggen und Gerste zu einer und derselben Abteilung der Gräser, den Hordeaceen, gehören.

Anmerkung: Seltsamer Weise hat aber der Taumellolch, Lolium temulentum, das einzige giftige Gras, der auch zu den Hordeaceen gehört, zusammengesetzte Stärkekörner wie der Hafer; nur fehlen dem Lolch die langen dickwandigen Haare des Hafers.

---

*) Nachrichten aus dem Klub der Landw., Nr. 115, 20. Juli 1881, S. 778.

g. Erkennung von Buchweizenmehl im Roggen- oder Weizenmehl.

Die Stärkekörner des Buchweizens sind zusammengesetzt und meist zu scharfkantigen Stärkekörpern vereinigt (Fig. 40), die Teilkörner sind eckig und messen 9 bis 13 Mkm. Die gelbbräunliche Schale des Kerns hat längliche, wellig gerandete Oberhautzellen (Fig. 41).

h. Erkennung von Kartoffelmehl im Weizenmehl.

Nichts ist leichter als dies vermittelst des Mikroskopes; denn die größten Kartoffelstärkekörner sind viel größer als die Stärkekörner des Weizens und Roggens, im ausgewachsenen Zustande oval, mit exzentrischem Kern, der am schmalen Ende liegt (Fig. 42). Die größten haben bis 120 Mkm. Länge, so daſs man sie schon mit bloſsem Auge oder doch mit der Lupe als stark lichtbrechende Pünktchen im Mehl erkennen kann. Die jüngeren Körner sind kugelig oder oval und haben den Kern noch in der Mitte. Die meisten Körner sind einfach, einige halb oder ganz zusammengesetzt aus 2—3—4 großen Teilkörnern. Alle zeigen eine deutliche Schichtung.

i. Erkennung von Hülsenfrucht-Mehl im Weizen- oder Roggenmehl.

Auch dieser Nachweis ist mittelst des Mikroskopes leicht. Die Hülsenfrüchte haben alle einfache Stärkekörner von bohnen- oder nierenförmiger oder länglichrunder Gestalt mit deutlicher Schichtung. Im Innern findet sich eine breite, meist (wegen des Luftgehaltes) schwarz erscheinende Kernspalte, von der oft zahlreiche radiale Sprünge nach dem Rande zu verlaufen. Diese Stärkekörner sind in eine stickstoffreiche Grundsubstanz (Fig. 43—45) eingebettet, welche oben S. 20 bereits als Legumin geschildert wurde. Häufig findet man bei Hülsenfruchtmehl noch ganze Zellen im Zusammenhange, mit Legumin und Stärkekörnern erfüllt. Diese Zellen unterscheiden sich durch ihre geringere Größe, die verhältnismäßig weit derbere, besonders an den Ecken oft aufquellende Membran und durch die dreieckigen Zwischenzellenräume (Intercellularräume) an der Berührungsstelle der Zellen (Fig. 43, z) von den Zellen des Mehlkörpers der Getreidearten. Die Zwischenzellenräume sind lufthaltig und erscheinen deshalb unter dem Mikroskop schwarz. Auf

Zusatz von Jod färben sich weit mehr Partien gelb, wenn ein Mehl mit Hülsenfruchtmehl verfälscht ist, als wenn es rein ist; denn die Hülsenfrüchte enthalten etwa 24 % Eiweißsubstanz, die Getreidearten (Roggen und Weizen) im Durchschnitt nur 11—13 %.

Die einzelnen Hülsenfruchtarten nach ihren Stärkekörnern zu unterscheiden ist nicht gut möglich, denn sie sind sich alle sehr ähnlich. Die Stärkekörner der Bohne sind am dicksten und am eiförmigsten, die der Erbse mehr länglich oder elliptisch, die der Linse am nierenförmigsten, die der Wicke sehr unregelmäßig, die der Ackerbohne meist elliptisch. Die Größe der Körner schwankt sehr, meist beträgt sie 20—40, oft steigt sie höher, bei der Wicke aber selten über 56, bei andern bis 70 Mkm.

Ganz karakteristisch ist die Samenschale der Hülsenfrüchte (Fig. 46 und 47); sie besteht in ihrer dicken Oberhaut aus außerordentlich feinen, fast stabförmigen, langen Pallisadenzellen (p, größer in Fig. 48) die radial nach Außen gestellt sind und der Schale die große Festigkeit verleihen. Darunter folgt eine dünnere Schicht aus kurzen oft Kristalle führenden Säulenzellen (s), die große Lücken (l Fig. 48) zwischen sich lassen. Indes diese Eigentümlichkeiten sieht man nur deutlich auf dem Querschnitt, am besten nach dem Kochen mit Kalilauge, nicht in der Flächenansicht*). Mitunter legt sich aber ein Stück der Samenschale unter dem Deckglase etwas auf die Seite, so dass man dann die feinen Pallisadenzellen erkennt. Die einzelnen Hülsenfrüchte lassen sich nach dem Querschnitt der Schale unterscheiden indes ist das schwierig und würde die Aufzählung der Unterschiede hier wol zu weit führen. Der Kern selbst ist noch mit einer zarten Haut überzogen (Fig. 45).

Bei den jetzt so vollkommenen Reinigungsapparaten kommen in größeren Mühlen wenig Wicken, die ja leider nur zu häufig unter dem Getreide sich finden, mit zur Vermahlung. Indessen einzeln findet man doch einige Stärkekörner von solchen oder einzelne Schalenteile. Solche einzelne, seltene Fälle dürfen natürlich nicht als Verfälschung in betracht kommen.

Auch die Verkleisterungstemperatur kann zur Erkennung von Hülsefruchtmehl benutzt werden, da Hülsenfruchtstärke bei höherer Temperatur aufquillt als Roggen- und Weizenstärke

*) In der Flächenansicht erkennt man die Köpfe der Pallisadenzellen (Fig. 49) und die ganze Oberhaut der Hülsenfrucht erscheint dann fein mosaikartig, bei schwächerer Vergrößerung punktirt.

Man erwärmt ähnlich wie S. 35 ff. geschildert, aber auf 65 ° C, dann sind Roggen- und Weizenstärke gequollen, die Hülsenfruchtstärkekörner aber noch ziemlich unversehrt; sie quellen erst bei 66 ° vollständig, sind sogar teilweise noch bei 68 ° C kenntlich. Uebrigens dürfte in manchen Jahren, wo das Korn sehr ausgewachsen, das Mehl daher schlecht backfähig, ein geringer Zusatz von etwa 2 % Bohnenmehl (Vicia Faba, die Ackerbohne, wird meist genommen) zur Verbesserung der Backfähigkeit kaum zu tadeln sein, nur müsste dieser Zusatz angegeben werden. Jedenfalls ist das besser als ein Zusatz von Alaun etc.

Erkennung fremder Mehle im Weizen- und Roggenmehl auf chemischem Wege.

Hierzu hat Prof. Vogl *) eine Anleitung gegeben, die in einigen Fällen als gute Vorprüfung angesehen werden kann.

Vogl bedient sich einer Mischung von verdünntem (70 %) Alkohol mit 5 % Salzsäure. Von dem zu untersuchenden Mehl werden etwa 2 g mit 10 ccm dieser Mischung in einem Proberöhrchen (Reagirzilinder) geschüttelt und die Färbung beobachtet welche nach einigem Stehen das zu Boden sich setzende Mehl, vorzüglich aber die darüber stehende Flüssigkeit annimmt. In einigen Fällen beobachtet man sofort eine Farbenveränderung, in anderen tritt sie erst nach einiger Zeit auf. Erwärmen beschleunigt dieselbe. (Man halte das Reagensröhrchen eine Zeit lang in warmes Wasser von etwa 60 ° C hinein. D. V.)

Reines Roggen- und reines Weizenmehl bleiben bei dieser Behandlung rein weiß und die Flüssigkeit erscheint vollkommen farblos, nur bei gröberen Mehlen nimmt letztere einen leichten Stich in's Gelbliche an. (Bei Roggenmehl meistens etwas. D. V.)

Reines Gersten- und Hafermehl geben eine rein blass- (etwa stroh-) gelbe Flüssigkeit, Kornradenmehl und ebenso das Mehl des Taumellolchs färbt diese gesättigt orangegelb, Wicken- (und ebenso Bohnen-) Mehl schön purpurrot, Mutterkorn blutrot.

Für Kornradenmehl und Bohnenmehl kann ich dies nicht bestätigen, wie überhaupt die Färbungen nur in größeren Mengen, z. B. in einem Becherglase so intensiv sind, wie Vogl sie schildert. Indes sehr geeignet ist diese Methode, um Gerstenmehl in Roggen-

---

*) Vogl, die gegenwärtig am häufigsten vorkommenden Verfälschungen und Verunreinigungen des Mehles. Wien, 1880, S. 8.

oder Weizenmehl zu erkennen. Es färbt sich dann die Flüssigkeit deutlich blassgelb. Allerdings kann diese Farbe auch vom Hafer- und Maismehl herrühren und muss die mikroskopische Untersuchung doch schließlich entscheiden. — Weizen- oder Roggenmehl, dem Wickenmehl zugesetzt, färbt sich nach Vogl schon bei 5 % rötlich, bei größeren Mengen violett.

3. Untersuchung des Mehles auf zufällige Verunreinigungen.

Obwol bei der gestellten Aufgabe wol eigentlich nur auf die Erkennung der absichtlichen Beimengungen ein Gewicht gelegt ist, sei es doch gestattet, einige der wichtigsten Verunreinigungen und deren Erkennung hier anzufügen.

1. Die Raden.

Neben den Wicken bilden die Raden (Fig. 50) die gewöhnlichste Verunreinigung des Getreides; die meisten Raden aber werden gleich den Wicken durch Trieurs ꝛc. ausgeschieden, sodass gottlob nur selten größere Mengen Raden, die bekanntlich giftig sind, in's Mehl gelangen. Indessen hat im Jahre 1879 Prof. Petermann in Gembloux (Belgien) bei Untersuchung von nicht gesichtetem Weizen- und Roggenmehl, die an eine Strafanstalt geliefert waren, doch große Mengen darin gefunden *).

Ist das Mehl nicht gesichtet, so ist die Erkennung der Rade leicht. Man braucht nur eine kleine Quantität des fraglichen Mehles in Wasser zu thun, am besten in einem Reagensglase, und wird die Schalen der Rade als schwarzbraune Stückchen teils am Boden liegen teils auch an der Oberfläche schwimmend finden **). Auch durch Schütteln des Mehles mit Chloroform, wie oben S. 24 geschildert, kommen sie leicht zu Gesicht.

Untersucht man diese Schalen unter dem Mikroskop, so findet man sie so tief schwarzbraun, dass man zunächst nichts erkennt; erst durch Kochen mit Kalilauge oder Natronlauge, oder durch Kochen mit Salpetersäure (nicht im Zimmer) oder Chlorkalzium (letzteres wendet Petermann an), werden sie aufgehellt. Man sieht dann eine schön kastanienbraune Epidermis (Fig. 51), deren einzelne Zellen wellig begrenzt sind und mit ihren Zacken in einander greifen.

*) Extrait des Bulletins de l'Acad. royale de Belgique 2me ser t. XLVII, N. 8. Août 1879.

**) Aehnlich auch bei Wicken.

Auf jeder Zelle bemerkt man, besonders auf dem Querschnitt (Fig. 52), einen mächtigen Höcker, oft mit vertieftem unregelmäßigem Zentrum. Diese Höcker sieht man schon mit blosem Auge reihenweise auf der schwarzen Radenschale. Sie sind von kleinen Wärzchen, die wie schwarze Punkte erscheinen, rauh (Fig. 52, p). Öfter findet man flach liegende Stücke dieser Höcker mit ihren Wärzchen, die dann ein Bild geben wie Fig. 53.

Ist das Mehl aber gesichtet, so findet man äußerst selten Spuren von diesen Schalenteilen und man muſs nun auf die eigentümlichen Stärkekörner der Rade, die das schneeweiße Innere des Radekorns fast ganz erfüllen, vigiliren.

Die Stärkekörner der Rade sind zusammengesetzt und bilden große, nicht zu verkennende, meist langgezogene, spindelförmige oder auch rundliche Körper*) von 25—100 Mkm. Länge, (Fig. 54) welche aus tausenden kleiner Teilkörner bestehen. Letztere sind rundlich, punktförmig und nur 1—2 Mkm. groß. Wegen ihrer Kleinheit tanzen sie in dem Wasser, in welchem man sie unter dem Mikroskop betrachtet, lebhaft hin und her und zeigen die sogenannte Molekularbewegung. Im Mehl sind die großen Körner oft zerfallen. Der Keim liegt ringförmig gebogen dicht unter der Samenschale (Fig. 50, e), die Stärkekörner erscheinen, wie erwähnt, dem blosen Auge wie eine kreideweiße Masse im Innern des Korns. Das giftige Prinzip liegt in dem Keime, der aus sehr regelmäßigen Zellen besteht (Fig. 55).

Nach Vogl soll sich eine Beimengung von Kornrade zu Weizen- Roggen- oder Gerstenmehl schon bei 5 % durch eine deutlich orangegelbe Färbung seiner oben S. 52 geschilderten Probeflüssigkeit verraten. Ich habe dies nicht gefunden. Reines Radenmehl gab mit der Vogl'schen Flüssigkeit eine rötliche Farbe, herrührend von Schalenteilen; beim Gemenge von Radenmehl mit Roggenmehl wird sie aber so undeutlich, daſs ich nicht sicher darnach entscheiden möchte.

Petermann hat (a. a. O.) eine sichere Methode zur Erkennung von Rade im Mehl auf chemischen Wege angegeben. Nach ihm kocht man 500 g Mehl im Wasserbad mit 1 Liter Alkohol von 85 Grad Tralles und filtrirt heiß.

Das Filtrat (d. h. das Durchgelaufene) wird mit absolutem Alkohol versetzt, worauf ein weißes Pulver und flockige Massen

*) Durch diese eigentümlichen zusammengesetzten Stärkekörper nähert sich die Rade dem Buchweizen, wo ähnliche vorkommen. Beide sind auch botanisch nahe verwandt.

(Eiweißstoffe, Gummi, Dextrin) sich absetzen. Diese werden durch Filtriren gesammelt und das Filter mit diesen Rückständen in einem Trockenkasten bei 100° oder über kochendem Wasser getrocknet, um ein Gerinnen der Eiweißsubstanzen herbeizuführen. Der gegetrocknete Rückstand wird alsdann mit kaltem Wasser ausgezogen und der wässerige Auszug mit absolutem Alkohol versetzt. Es entsteht ein Niederschlag, welchen man abfiltrirt und auf dem Filter trocknet. Man erhält dann ein gelblich weißes Pulver, welches alle Eigenschaften des Saponins (Seifenstoffs) zeigt, nämlich:

1. Es hat einen bitteren, brennenden Geschmack;

2. Es löst sich sehr rasch in kaltem Wasser und die wässerige Lösung gibt mit einer Rute, einem Schaumschläger 2c. geschlagen einen b l e i b e n d e n Schaum.

(Die übrigen Eigenschaften, die Petermann anführt, sind für unseren Zweck ohne Belang. Zu erwähnen ist nur noch, daß die wässerige Lösung beim Kochen nicht gerinnt, daß sie also keine Eiweißsubstanz ist.)

2. Das Mutterkorn.

Seitdem das Mutterkorn zu den mannigfachsten medizinischen Zwecken, namentlich zu Einspritzungen unter die Haut verwendet wird, kommt es weit seltener im Roggen vor als früher und kann man auch nicht genug empfehlen, das durch Sortiren, resp. Reinigen des Getreides erhaltene Quantum Mutterkorn an Apotheken oder größere Droguenhandlungen zu verkaufen, wo das Kilogramm oft mit 2 *M* bezahlt wird.

Trotzdem aber, daß die besten Reinigungsapparate vorhanden, gelangen einzelne kleine Mutterkörner oder Bruchstücke größerer, wie schon oben erwähnt, mitunter doch in's Mehl. Ein Gehalt des Mehles an 1 % Mutterkorn soll unschädlich sein, 2 % sind schon schädlich und 5 % bewirken langwierige Krankheiten. Man erkennt das Mutterkorn, wenn man Mehl mit Chloroform schüttelt, indem dann die rotbraunen Rindenteilchen obenauf schwimmen, oder indem man einfach das Mehl mit Wasser, besser mit Wasser, dem etwas Salzsäure zugesetzt, schüttelt. Auch dann sieht man deutlich rotbraune Punkte. Kocht man, wie v. Höhnel vorschreibt, einen kleinen Löffel voll Mehl mit einer 5—10fachen Menge Wasser, das man mit Salzsäure angesäuert, einige Minuten und gießt den dünnen so erhaltenen Mehlkleister in eine weiße, ganz flache Schale, so sieht man, selbst wenn nur Spuren von

Mutterkorn vorhanden sind, einzelne intensiv blutrote Pünktchen in der Flüssigkeit schwimmen. (Ich finde die Farbe nicht blutrot, sondern rotbraun, fast wie bei dem Schütteln des Mehls mit reinem Wasser. D. V.). Diese Pünktchen bestehen, wie man unter dem Mikroskop unterscheidet (Fig. 56 u. 57), aus sehr kleinen braunroten, fast quadratischen, oft reihenweise angeordneten Zellen, den Rindenzellen des Mutterkorns. Außerdem sieht man oft Stücke des Pilzgeflechtes aus dem Innern, die ähnlich quadratisch sind.

Das Mutterkorn ist in seinem feinem Gewebe reich mit Fett erfüllt. Schon durch die zahlreichen Fettropfen fällt eine Beimengung von Mutterkorn also auf (Fig. 57, f).

Der chemische Nachweis ist nicht so leicht, wie er von den verschiedenen Autoren angegeben wird. Vogl behauptet, wenn ein Mehl Mutterkorn enthalte, werde seine Probeflüssigkeit (siehe S. 52) fleischrot, bei 5 % schon sehr intensiv. So entschieden habe ich das nicht gefunden. Reines frisches*) Mutterkorn mit der Vogl'schen Probeflüssiigkeit erwärmt färbt diese fleischrosa, aber ein Roggenmehl, das man künstlich mit 5 % Mutterkornpulver versetzt, gibt schon eine ziemlich blassfleischfarbige Flüssigkeit und 2 % bewirken nur eine ganz schwache Färbung.

Nicht viel anders ist es mit der von Böttger empfohlenen Methode. Nach ihm überschüttet man eine Probe des betreffenden Mehls in einem Reagensglase mit dem gleichen Volumen Essigäther, fügt einige Kristallfragmente von Oxalsäure hinzu und erhitzt das Ganze vorsichtig einige Minuten lang bis zum Kochen. Erscheint beim Erkalten die über dem Mehle stehende Flüssigkeit mehr oder weniger rötlich, so war Mutterkorn in dem Mehle vorhanden.

Die übrigen Methoden übergehe ich hier, da sie teils unsicher, teils für den Laien nicht ausführbar sind; zu letzteren gehört die Untersuchung mittelst des Spektralapparates, wie sie von C. H. Wolff**), E. Hoffmann und D. Petri***) angegeben sind.

Bezüglich der rötlichen Färbung der obigen Probeflüssigkeiten darf nicht unerwähnt bleiben, dass Wicken, Raden und andere dunkle Samen öfter einen ähnlichen Farbenton geben wie Mutterkorn, der Nachweis des letzteren also dadurch um so schwieriger wird.

Auch bei der spektroskopischen Prüfung können diese Samen

---

*) Altes reagirt oft gar nicht.

**) Zeitschrift für analytische Chemie, 1879, S. 119.

***) Zeitschrift für analytische Chemie 1879, S. 211.

ähnliche Erscheinungen geben wie das Muttterkorn, da der rotbraune Farbstoff in allen nicht sehr verschieden scheint.

Eine sehr einfache und bei nicht zu geringen Mengen Mutterkorns brauchbare Vorprüfung ist die von Wittstein: Man erwärmt die betreffende Probe mit etwas Kalilauge, dann entwickelt sich, falls Mutterkorn zugegen, ein deutlicher Geruch nach Heringslake (Trimethylamin.)

[Man erwärme übrigens vorher eine reine Kalilauge für sich, um den Geruch derselben sich zu merken und ihn nicht mit dem Trimethylamingeruch zu verwechseln].

Neuerdings ist von A. Pöhl (Berichte d. deutsch. chem. Gesellschaft, 1883, S. 1975, daraus in Dingl. polyt., Journ. und „die Mühle“ 1884, S. 21,33 u.flgd.) nachgewiesen, daß dieser Trimethylamingeruch durchaus kein sicheres Zeichen für Mutterkorn ist, da ein jedes in Fäulnis übergehende Mehl diesen Geruch beim Uebergießen mit Kalilauge entwickele. Pöhl sucht die Schädlichkeit des Mutterkorns weniger in ihm selbst als darin, daß es die Fäulnis des Roggenmehls begünstigt.

Über den chemischen Karakter des violetten Farbstoffes im Mutterkorn, sowie dessen Nachweis im Mehl hat R. Palm in allerneuester Zeit (in Fresenius, Zeitschrift für analytische Chemie XXII, 1883, S. 319) Mitteilungen gemacht, aus denen sich u. a. ergibt:

Daß Wasser, sowie auch Spiritus von 20—50 % (nicht aber absoluter Alkohol) den violetten Farbstoff vollständig lösen. Zusatz von Alkali, sowie auch von Schwefelsäure, Salzsäure oder Oxalsäure begünstigen die Löslichkeit. Alkalien erhöhen die Farbe mehr als die Säuren, namentlich Ammon.

Eine wässerige Boraxlösung entzieht dem gepulverten Mutterkorn schon bei gewöhnlicher Temperatur, schleuniger und vollständiger bei Einwirkung von Wärme, den violetten Farbstoff vollständig, sich dabei intensiv violett färbend. Natriumphosphat verhält sich ähnlich, jedoch weniger energisch.

Palm sagt weiter: Die bisher bekannten Methoden des Nachweises von Mutterkorn im Mehl von Neljubin, Sinin, Jacoby, Wittstein, Elsner, Böttger, Hoffmann, Berlandt, Rakowitsch, Laneau, die auf den Reaktionen der Farbstoffe im Mutterkorn mittelst Alkalien und Säuren beruhen, lassen im günstigsten Falle 5—$0{,}5$ % Mutterkorn im Mehle erkennen. Die Färbungen von rosa bis violett werden häufig durch das Mehl oder dessen Zersetzungs-

produkte verdeckt, so dass sich ein geringerer Prozentgehalt fast niemals mit Bestimmtheit nachweisen lässt.

Nach Palm lassen sich selbst noch 0,05 % Mutterkorn im Mehl „mit Evidenz“ erkennen, wenn man nach seiner Methode verfährt:

Das zu untersuchende, vollständig getrocknete Mehl wird mit dem 10—15fachem Gewichte Spiritus von 35—40 ° Tr., dem einige Tropfen Ammon zugemischt sind, bei mäßiger Temperatur von 30—40 ° C vollständig extrahirt. Der Prozess lässt sich beschleunigen durch allmähliches gesteigertes Erwärmen des Gemisches über der Spiritusflamme. Die hierbei durch sorgfältiges Abpressen erhaltene filtrirte Flüssigkeit wird mit Bleiessig bis zur vollständigen Fällung versetzt, der erhaltene Niederschlag auf einem Filter gesammelt (Der Niederschlag ist sehr schleimig, schmierig und schwer abzufiltriren. D. V.), zwischen Fließpapier abgepresst und der noch feuchte Rückstand mit kalt gesättigter Boraxlösung digerirt, wobei man auch ein gelindes Erwärmen anwenden kann.

War nun Mutterkorn im Mehl, so ist in diesem Fall der violette Farbstoff desselben gänzlich in den Bleiniederschlag hineingegangen und letzterem von der Boraxlösung entzogen, welche dabei eine karakteristisch violette Färbung angenommen hat. — Konzentrirte Schwefelsäure fällt ihn daraus in dunklen Flecken wider aus.

Handelt es sich um noch schärfere Reaktionen, so kann man den anfänglich erhaltenen spirituösen Auszug des Mehles auf dem Wasserbade bis zur noch feuchten Masse verdunsten lassen, letzteren abermals mit 30—40=prozentigem Spiritus erschöpfend ausziehen, die filtrirte Lösung mit Bleiessig fällen und die Fällung dann weiter mit Boraxlösung prüfen.

Auffallender Weise gelingt diese Reaktion nicht, wenn das Mehl bereits verbacken ist. Es werden zweifelsohne der Farbstoff des Mutterkorns gänzlich, die übrigen organischen Bestandteile desselben, Alkaloide, organische Säuren rc. teilweise zerstört. Doch lässt sich immerhin der vom Brote erhaltene Bleiniederschlag als Beleg für die Anwesenheit von Mutterkorn in ersterem betrachten, denn reines Brot giebt bei analoger Behandlnng nicht solchen Niederschlag oder höchstens einen spärlichen, fleckigen Absatz.

Zum Nachweis von Mutterkorn im Brot wird letzteres, getrocknet und gepulvert, mit dem 10—15=fachen Gewicht Spiritus von 40 ° gelinde 5—10 Minuten erwärmt. Die hierbei erhaltene Lösung wird über Kohle filtrirt, das Filtrat auf dem Wasserbade

bis zum noch feuchten Rückstande verdunstet und letzterer nochmals mit Spiritus von 40 % erschöpfend ausgezogen. Die abermals über Kohle filtrirte Lösung wird nun mit Bleiessig oder neutralem Bleiacetat bis zur vollständigen Fällung versetzt. Die Menge des hierbei erhaltenes Niederschlages gibt einen Fingerzeig ab zur Beurteilung der Menge des im Brote enthaltenen Mutterkorns. Der Bleiniederschlag rührt her von den organischen Säuren des Mutterkorns und gewöhnliches gutes Mutterkorn gibt durchschnittlich 8 % eines solchen Niederschlages. Weniger als 1 % Mutterkorn im Brote konnte von Palm nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden.

Eine annähernd genaue quantitative Bestimmung des Mutterkorns im Mehle hat Palm angegeben in seinem „Grundriss der qualitativen und quantitativen chemischen Analyse. Leipzig. Voß' Sortiment (G. Haessel), 1882.

Ich muss gestehen, dass mir bis jetzt die oben näher erläuterte Palm'sche Methode nicht recht geglückt ist und ziehe ich die Vogl'sche vor

3. Der Brand.

Leider nur zu häufig finden sich im Getreide, namentlich im Weizen brandige Körner, obwol, seitdem man das Saatgut mit Kupfervitriol beizt, der Brand in manchen Gegenden sehr abgenommen hat. Das schwarze Pulver, welches solche Körner erfüllt, ist giftig, riecht deutlich nach Heringslake (siehe S. 57) und hat der Pilz deshalb auch den Namen Stinkbrand erhalten. Das schwarze Pulver sind die Samen, die trotz allen Putzens öfter doch noch mit in's Mehl gelangen. Erst vor wenigen Monaten erhielt ich eine aus der Gegend von Trier stammende Probe Mehl nebst Brot, welches letztere ganz schwarzblau aussah infolge der massenhaften Einlagerung von Samen (Sporen) des Weizenbrandes. Die betreffende Probe Mehl war ein Gemenge von $^2/_3$ Roggenmehl mit $^1/_3$ Weizenmehl.

Man hat zweierlei Arten des Weizenbrandes: Tilletia Caries und T. laevis. Ersterer (Fig. 58, a) ist der gewöhnliche. Er hat dunkelgelbbraune, sepiabraune Sporen, die meist kugelig und etwa 17—18 Mkm. groß sind. Ihre Oberfläche ist mit Netzleisten versehen, während sie bei der sonst ähnlichen T. laevis (Fig. 58, b) glatt sind.

Im Roggen ist der Brand selten; die Sporen ds Roggenbrandes, Tilletia secalis, J. Kühn (Fig. 58, c), sind noch stärker netzadrig als die des gewöhnlichen Weizenbrandes.

Im Maismehl finden sich öfter die Sporen eines anderen Brandpilzes, der große Beulen an den Kolben, am Stengel ꝛc. bildet. Sie sind netzig, aber kleiner als die vorigen (Fig. 58, d); wegen ihrer Häufigkeit ist solches Maismehl gefährlich. — Noch kleiner und dabei glatt sind die Sporen des Flugbrandes auf Hafer und Gerste (Fig. 58, e). Er fliegt meist schon auf dem Felde davon und ist weniger schädlich.

In Gegenden, wo der Ackerwachtelweizen, Melampyrum arvense, häufig ist, gelangt dieser mitunter auch mit in's Mehl. Die Körner desselben sehen frisch fast aus wie Weizenkörner, sie werden aber später (wie die ganze Pflanze beim Trocknen) schwarzblau, infolge eines Gehaltes an Rhinanthin, das eine ähnliche Farbe erzeugt wie Anilinblau. Brot, welches aus Mehl gebacken, das viel Wachtelweizen enthielt, wird daher schwarzblau oder violett*). — Uebrigens gibt auch Mutterkorn, wenn es in größerer Menge im Mehl ist, dem Brot eine bläulich schwarze Farbe. Unter dem Mikroskop erkennt man Wachtelweizen im Mehl an den großen dickwandigen, regelmäßig 6-eckigen Zellen, die rosenkranzförmig verdickt erscheinen (Fig. 59, a), da die Membran mit großen runden Poren (Tüpfeln) versehen ist. Diese Zellen enthalten keine Stärke, sondern Eiweißstoff und Fett. Die äußersten Zellen des Samens sind pallisadenartig (Fig. 59, p), und erscheinen von der Fläche gesehen wie kleine rundliche Pflastersteine (Fig. 60). Am besten ist es, das fragliche Mehl vorher mit Kalilauge zu kochen, dann zerstört man die Stärkekörner des Mehls und hat einen freieren Ueberblick. Außerdem quellen dann die Membranen der Wachtelweizenzellen sehr auf, so daſs man die rosenkranzförmige Verdickung, welche die Zellen im Querschnitt aufweisen, noch besser sieht.

In länger aufbewahrtem feuchtem Mehl finden sich bekanntlich öfter Schimmelpilze und auch Bakterien. Erstere erkennt man am besten an den meist reich verzweigten zarten Pilzfäden, letztere sind so klein, daſs man sie nur mit den stärksten Vergrößerungen genauer erkennen kann. Sie sind entweder kugelig oder stäbchenförmig oder fadenförmig.

Auch Trichinen ähnliche Tierchen, sog. Aelchen, Anguillula tritici, kommen mitunter, namentlich in England im Weizenmehl vor.

*) C. Hartwich fand, daſs ein Brot aus Roggen, der nur 1,59 % Samen vom Ackerwachtelweizen enthielt, schon stark violett war (Archiv d. Pharmazie 14 Bd. 1880 S. 289. Daraus in Biedermann's Centralblatt für Agrikulturchemie X 1881 S. 358.)

Sie entstammen den eigentümlich verbildeten schwarzgrünen, kugeligen Weizenkörnern, die man besonders in England mitunter in den Aehren findet.

Man bezeichnet diese Erscheinung mit dem Namen „Gicht" oder „Radenkrankheit" des Weizens. Letzteren Namen hat sie, weil die betreffenden Körner fast wie Radenkörner aussehen.

Zum Schluſs gestatte ich mir noch anzuführen, daß ich viele Versuche gemacht habe, das spezifische Gewicht des Kleisters, den Brechungs-Index, den Polarisations-Apparat rc. zur Unterscheidung der Mehle zu benutzen, daſs aber alle diese zum Teil langwierigen Versuche nicht mit dem gewünschten Erfolge gekrönt sind, da die Zahlen bei verschiedenen Mehlsorten nicht genügend auseinander liegen, um bei Gemengen eine Mittelzahl zu erhalten.

Ebenso ist es mir nicht möglich geworden, einen sicheren mikroskopischen Unterschied zwischen gewöhnlichem Weizen Triticum sativum (od. vulgare), und dem sog. rauhen englischen, besser bauchigen Weizen (Triticum turgidum) zu finden. Der bauchige Weizen hat meist eine etwas dünnere Schale, deren Querzellen aber fast noch stärker verdickt sind als beim gemeinen Weizen (Siehe Fig. 3 und Fig. 8) und gewöhnlich kleinere Stärkekörner. Diese Unterschiede sind aber zu schwankend, als daſs man darnach urteilen könnte. Die Haare an der Spitze des Korns sind kürzer als die des gemeinen Weizens, oder sie erscheinen wenigstens meist so, weil sie bei dem volleren Korn während des Dreschens leichter abgerieben werden dürften. Da man aber ganze Haare selten im Mehl findet und da der gewöhnliche Weizen zudem auch kurze Haare neben seinen langen hat, so kann man das nicht als Unterscheidungsmerkmal benutzen.

Es bleibt nur ein physikalisches Hilfsmittel: Das Auswaschen des Klebers. Hierbei zeigt sich dann sehr bald der geringe Gehalt des Triticum turgidum an Kleber und diese Methode wird ja auch von der Praxis fast allgemein angewandt.

Ueber die Gewinnung des Klebers aus Weizenmehl im allgemeinen hat Balland neuere Untersuchungen in den Comptes rendus de l'Academie des sciences, Paris. XCVII. 496 (13. Aug. 1883)

veröffentlicht, die zum Teil allerdings schon bekannt waren. Er resumirt folgendermaßen:

1. Man kann aus demselben Mehl verschiedene Mengen von Kleber gewinnen, je nachdem man verfährt. Der Unterschied hängt besonders vom Wassergehalt des Klebers und von dem Waschen ab.

2. Der Kleber hat einen verschiedenen Wassergehalt. Er ist wasserreicher bei weichen Weizen als bei harten, weniger wasserhaltig, wenn man ihn gleich nach dem Anrühren des Teiges auswäscht, als wenn man letzteren erst 2 Stunden stehen lässt; weniger wasserhaltig auch im alten Mehl.

3. Gewisse Körper wie Kochsalz, essigsaures Ammoniak (Ammoniumacetat), kohlensaures Kali (Pottasche), Glycerin ꝛc. können dem Kleber das Wasser entziehen. Wäscht man so behandelten Kleber, der an Gewicht dann verloren hat und erhärtet ist, mit vielem Wasser, so nimmt er sein ursprüngliches Gewicht und alle Eigenschaften eines guten Klebers wider an.

4. Ein langes Waschen bewirkt, dass der Kleber einen Teil von seinem Gewicht verliert.

Der Kleber aus hartem Weizen verliert dabei weniger als der von weichem; der Kleber aus einem frisch bereiteten Teige weniger als der, welcher 2 Stunden gestanden hat. Kleber aus alten Mehlen verliert mehr als der aus frischen.

Eine bestimmte Menge Kleber von neuem Mehl, 24 Stunden in Wasser gelegt und dann gewaschen, verlor 10%, die aus altem über 20%.

5. Um Irrtümer bei der Bestimmung der Menge des feuchten Klebers zu vermeiden, empfiehlt Balland folgendes Verfahren:

Man macht einen Teig aus 50 g Mehl und 20—25 g (oder Kubikzentimeter) Wasser; lässt ihn 25 Minuten stehen und teilt ihn dann in zwei gleiche Teile. Aus dem einen Teil wäscht man den Kleber sofort aus, aus dem andern erst nach einer Stunde. Man wiegt jedesmal den Kleber, nachdem man ihn stark in der Hand geknetet hat, bis das Waschwasser klar abläuft. Man wäscht dann, nachdem man gewogen, den Kleber nochmals 5 Minuten und wiegt wider. So erhält man für ein und dasselbe Mehl 4 Zahlen, von denen man den Durchschnitt nimmt.

Ueber die Veränderungen, welche das Mehl beim Älterwerden erleidet, theilt Balland (Comptes rendus de l'Acad. d. sciences XCVII. 346. 30. Juli 1883) folgendes mit:

1. Das Mehl erleidet beim Altern mit der Zeit Veränderungen verschiedener Natur.

Der Wassergehalt ist wenig veränderlich und hängt vom Feuchtigkeitsgehalt der Luft ab. Unter gewöhnlichen Bedingungen kann der Unterschied 0,8—1 % betragen.

Die Fettsubstanzen unterliegen dem Gewicht nach keiner merklichen Veränderung; sie verlieren aber ihren frischen Geruch und werden ranzig.

Die zuckerhaltigen Substanzen nehmen ab, aber nicht in einer Menge, die mit der eingetretenen Säuerung korrespondirt.

Die Säuerung variirt nach der Art des Weizens, sie tritt schneller und stärker ein bei Mehl aus weichem denn aus hartem Weizen. Berechnet auf Schwefelsäure (einhydratige) kann sie bei ersterem 20—120 g per metrischen Zentner, bei letzterem 20—70 g betragen. Sie scheint direkt mit der Veränderung der Eiweißkörper in Beziehung zu stehen. Diese Substanzen sind anfangs fast gänzlich im Zustande unlöslichen Klebers; nach und nach zersetzen sie sich, aber ohne an Gewicht zu verlieren.

Der Kleber verflüssigt sich und verschwindet mit allen seinen Eigenschaften.

Die stärkemehlhaltigen Substanzen scheinen gar nicht verändert.

2. Bei Mehlen, die nur grob gesichtet sind, ist immer mehr Säure, mehr Holzfaser (Kleie), mehr Fett und mehr Zucker; auch mehr Kleber. Solche Mehle halten sich schlecht.

3. Mehl, das in Säcken aufbewahrt wird, verändert sich schneller als das in geschlossenen Gefäßen.

4. Bei gleicher Nummer der Beutelung ist es gleich, ob das Mehl von Steinen oder von Walzen gewonnen wurde.

5. Der äußere, an die Schale grenzende Theil des Mehlkörpers ist saurer, als der zentrale, auch bekanntlich reicher an Kleber und verändert sich daher schneller.

Inhalts-Uebersicht.

Einleitung 5
I. Prüfung des Getreides 13
II. Prüfung des Mehles 14

A. Theoretischer Teil.

Bau des Weizen- und Roggenkornes.

1. Die Fruchtschale 15
2. Die Samenschale 17
3. Der Mehlkörper 18
   1. Die Kleberzellen 18
   2. Die Stärkezellen und Stärkekörner 20
4. Der Keim 21

Bau der übrigen Getreidearten 22

B. Praktischer Teil.

1. Untersuchung des Mehles auf anorganische Substanzen 24
2. Untersuchung des Mehles auf organische Substanzen.
   a. Die Erkennung von Weizenmehl in Roggenmehl 30
      Durch die Haare 31
      Durch die Verkleisterungstemperatur 35
      Durch die Schale 40
   b. Die Erkennung von Roggenmehl in Weizenmehl 46
   c. Erkennung von Reismehl und Reisstärke in Weizenmehl 47
   d. Erkennung von Hafermehl 48
   e. „ „ Maismehl 48
   f. „ „ Gerstenmehl 48
   g. „ „ Buchweizenmehl 50
   h. „ „ Kartoffelmehl 50
   i. „ „ Hülsenfruchtmehl 50
   Erkennung fremder Mehle auf chemischem Wege 52
3. Untersuchung des Mehles auf zufällige Verunreinigungen
   1. Die Raden 53
   2. Das Mutterkorn 55
   3. Der Brand 59
   Wachtelweizen ꝛc. 60

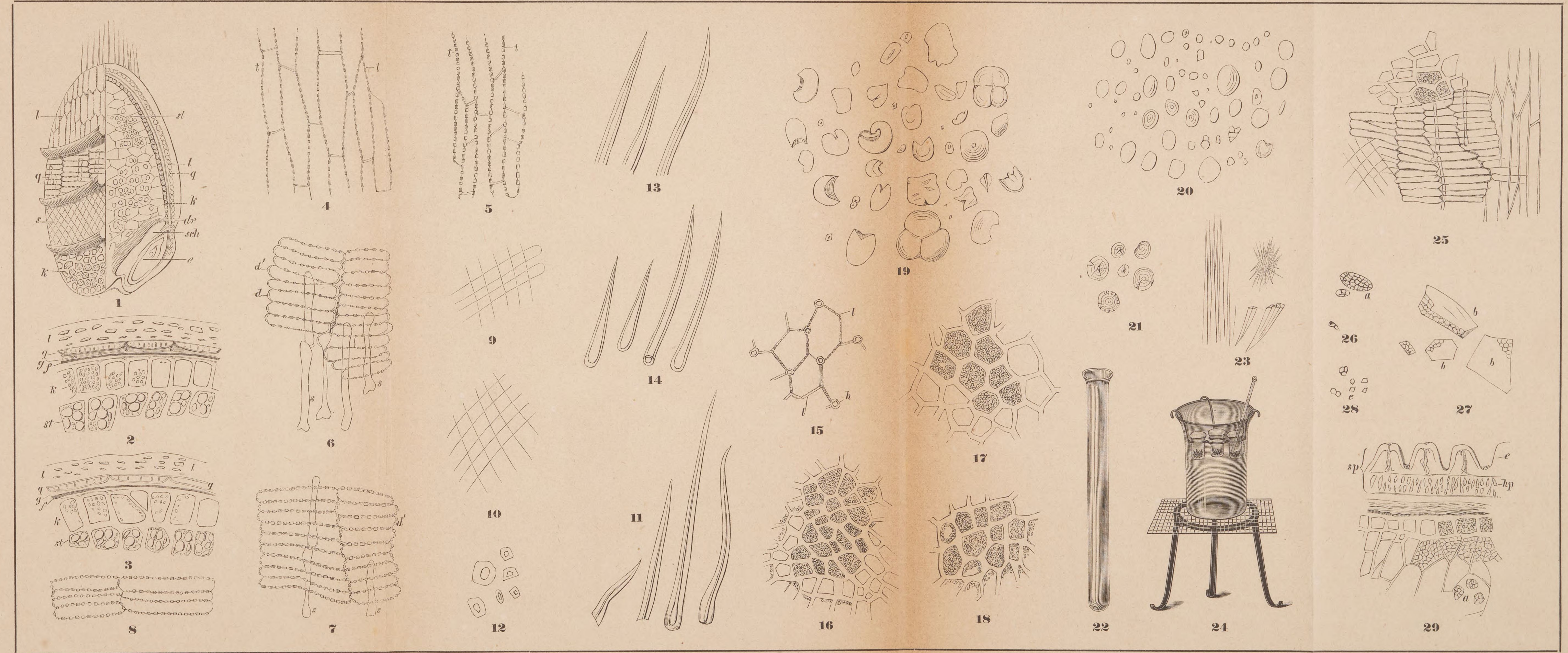
Schlußbemerkungen 61

Tafel-Erklärung.

Die Zeichnungen sind vom Verfasser selbst gefertigt und zwar, wo nichts anderes angegeben, bei **200 facher** Vergrösserung, mittels des Oberhäuserschen Zeichenapparates. Es bedeutet in **allen** Figuren, soweit sie **Getreide** betreffen:

a. einfache Stärkekörner (Teilkörner), dr. Saugezellen am Schildchen des Keimes, e. Embryo oder Keim, f. Farbstoffschicht der Samenschale, glashelle Schicht der Samenschale, h. Haare, hp. Hypoderma (Zellen unter der Oberhaut), k. Kleberzellen, l. Längszellen der Fruchtschale, q. Querzellen der Fruchtschale, s Schlauch- oder Knüttelzellen, sch. Schildchen des Keims, sp. Spelze, st. Stärkezellen.

1. Weizenkorn, schematisch, links die einzelnen Schalenteile aufgeklappt gedacht, rechts das Korn im Längsschnitt.
2. Gemeiner Weizen, Querschnitt. Die kleinen Kreise vor der Schicht g sind die Querschnitte der sog. Knüttelzellen oder Schläuche.
3. Sog. englischer oder bauchiger Weizen, Querschnitt.
4. Gemeiner Weizen, Längszellen.
5. Roggen, Längszellen.
6. Roggen, Querzellen.
7. Gemeiner Weizen, Querzellen der Fruchtschale und drei Schlauchzellen, d' Seitenwand.
8. Englischer Weizen, Querzellen.
9. Samenschale des Roggens.
10. Samenschale des Weizens.
11. Weizenhaare, Lumen eng.
12. Weizenhaare, Querschnitt an der Basis.
13. Spelzhaare.
14. Roggenhaare, Lumen weit.
15. Teil von dem Scheitel des Roggens mit der Basis der Haare (h) im Querschnitt, l sehr verkürzte Längszellen.
16. Roggen-Kleberzellen von der Fläche gesehen (wie sie in der Kleie erscheinen).
17. Kleberzellen von gemeinem Weizen.
18. Kleberzellen von englischem Weizen.
19. Roggenstärkekörner bei der Temperatur von $62\frac{1}{2}{}^{0}$ C, fast vollständig verkleistert.
20. Weizenstärkekörner bei der Temperatur von $62\frac{1}{2}{}^{0}$ C, fast unverändert.
21. Stärkekörner aus ausgewachsenem Getreide.
21. Reagensgläschen, verkleinert.
23. Nadelförmige Gipskristalle.
24. Apparat zum Verkleistern von Roggen- und Weizenstärke.
25. Einkorn, Querzellen (roggenähnlich).
26. Reisstärke, zusammengesetzte Körner.
27. Reismehl - Stärkekörper, aus einer Masse einzelner Stärkekörner bestehend.
28. Einzelne Reismehl - Stärkekörner.
29. Reis, Querschnitt, a Stärkekörner, e Epidermis(Oberhaut-)zellen, hp. Hypoderma, sp. Spelze.

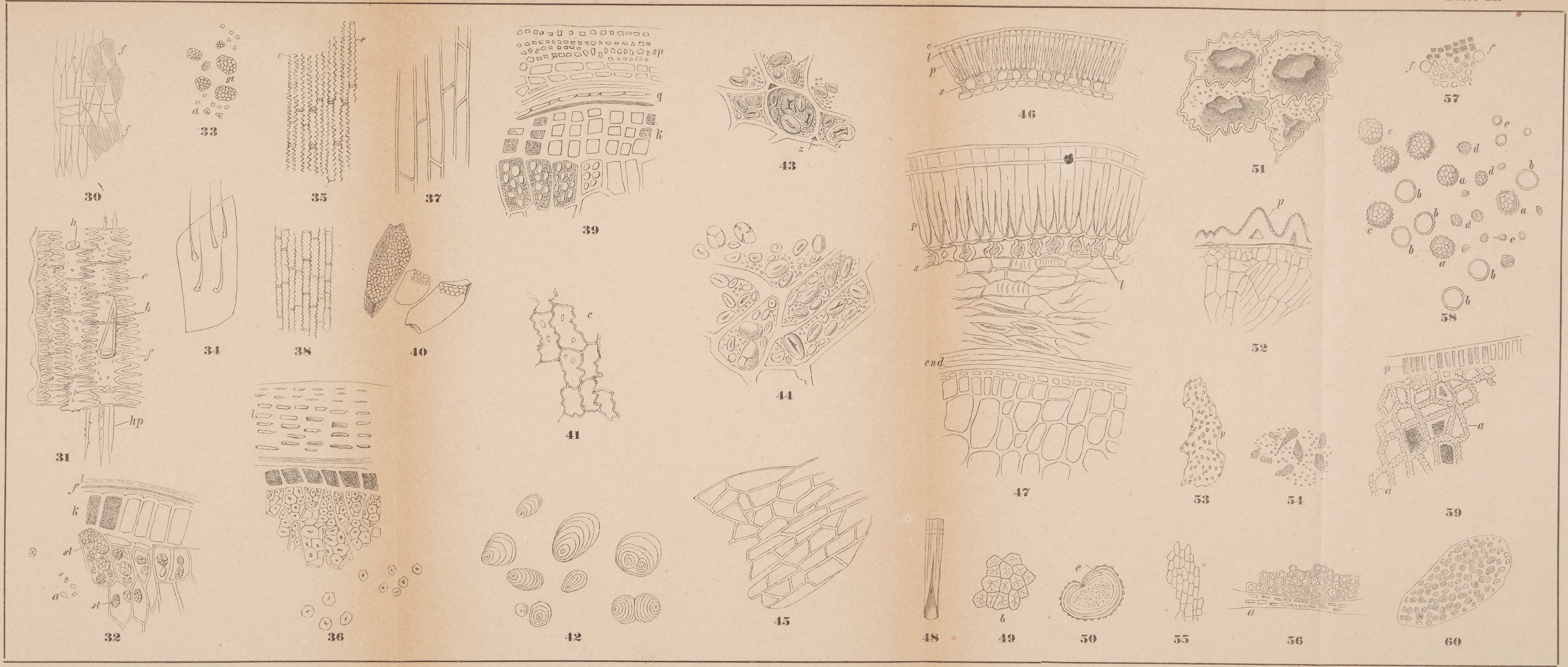


Tafel-Erklärung.

Die Zeichnungen sind vom Verfasser selbst gefertigt und zwar, wo nichts anderes angegeben, bei **200facher** Vergrösserung, mittels des Oberhäuserschen Zeichenapparates. Es bedeutet in **allen** Figuren, soweit sie **Getreide** betreffen:

a. einfache Stärkekörner (Teilkörner), dr. Saugezellen am Schildchen des Keims, e. Embryo oder Keim, f. Farbstoffschicht der Samenschale g. glashelle Schicht der Samenschale, h. Haare, hp. Hypoderma (Zellen unter der Oberhaut), k. Kleberzellen, l. Längszellen der Fruchtschale, q. Querzellen der Fruchtschale, s. Schlauch- oder Knüttelzellen, sch. Schildchen des Keims, sp Spelze, st. Stärkezellen.

30. Reis, Farbstoffschicht.
31. Reisspelze, e Epidermis, f deren Fortsätze.
32. Hafer, Querschnitt.
33. Haferstärke, st. zusammengesetzte, a einfache Körner.
34. Hafer, Haare auf der Fruchtschale.
35. Haferspelze.
36. Mais, Querschnitt durch ein wolerhaltenes Korn aus den Inka-Gräbern zu Ancon in Peru. Die grossen rundlicheren Stärkekörner unten links aus dem inneren Teil des Korns; l Längszellen.
37. Mais, Längszellen.
38. Gerstenspelze, Oberhaut.
39. Gerste, Querschnitt.
40. Buchweizen, Stärkekörner.
41. Buchweizen, Oberhaut der gelblichen Samenschale.
42. Kartoffelstärke.
43. Ackerbohnen, z Zwischenzellen-(Intercellular-)räume.
44. Ackerbohne, Querschnitt, stärker vergrössert $^{400}/_{1}$.
45. Ackerbohne, Flächenansicht der feinen Oberhaut des Kerns (d. h. der dicken Keimblätter).
46. Ackerbohne, Querschnitt durch den äusseren Teil der Samenschale, c Oberhäutchen (cuticula), p Palissadenzellen, l Lichtlinien in denselben, s Säulenzellen.
47. Ackerbohne, Querschnitt, stärker vergrössert $^{400}/_{1}$, end Endosperm, p Palissadenzellen, s Säulenzellen, l Lichtlinien in denselben.
48. Ackerhohne, einzelne Palissadenzelle, stärker vergrössert $^{400}/_{1}$.
49. Ackerbohne, Flächenansicht der Samenschale.
50. Radenkorn im Längenschnitt, e Embryo.
51. Radenschale, Flächenansicht.
52. Radenschale, Querschnitt.
53. Rade, Flächenansicht eines Stückes von einem Höcker.
54. Rade, Stärkekörner.
55. Rade, Gewebe des Keimes.
56. Mutterkorn, Querschnitt, a Rinde.
57. Mutterkorn, Querschnitt, f Fettropfen.
58. Brandpulver, a Tilletia Caries (gewöhnlicher Weizenbrand, Steinbrand), b Tilletia laevis (glatter Weizenbrand), c Tilletia secalis (Roggenbrand), d Ustilago Maydis (Maisbrand), e Ustilago Carbo (Flugbrand).
59. Ackerwachtelweizen, Querschnitt, a rosenkranzförmig verdickte Zellen, p Palissadenzellen.
60. Ackerwachtelweizen, Flächenansicht der Palissadenzellen.



Verlag von Moritz Schäfer in Leipzig.

Druck von R. Schmidt, Reudnitz-Leipzig.